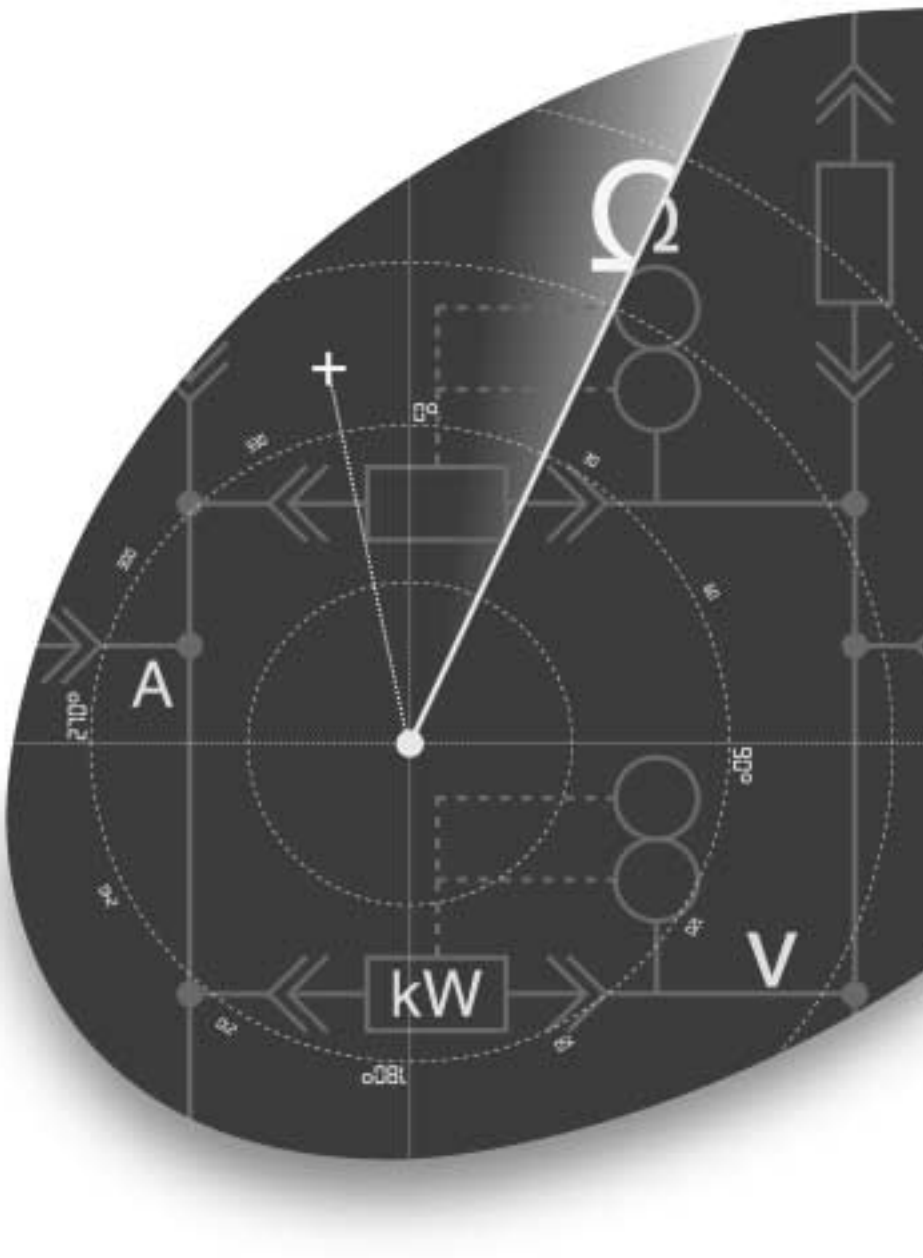
Protección de las redes eléctricas

Sepam serie 80
Medidas, protecciones, automatismo

Manual del usuario

2004



Una marca de Schneider Electric

Merlin Gerin

Índice general

Introducción

Funciones de medida

Funciones de protección

Funciones de automatismo

Índice

Presentación **4**
Arquitectura modular **5**
Tabla de elección **6**
Características eléctricas 8
Características de entorno 9

Presentación

La gama de relés de protección Sepam está diseñada para la explotación de máquinas y redes de distribución eléctrica de las instalaciones industriales y de las subestaciones de los distribuidores de energía para todos los niveles de tensión. Está formada por 3 familias
■ *Sepam serie 20*
■ *Sepam serie 40*
■ *Sepam serie 80*
para cubrir todas las necesidades, de la más sencilla a la más completa.

PE50125

Sepam serie 80, soluciones inteligentes para aplicaciones completas

Especialmente estudiado para responder a los clientes exigentes de los grandes sitios industriales, Sepam serie 80 aporta soluciones probadas para la distribución eléctrica y la protección de las máquinas.

Características principales

■ protección de las redes en bucle cerrado o con llegadas en paralelo mediante protección y selectividad lógica direccionales
■ protección contra los defectos a tierra mediante protección direccional adaptada a todos los sistemas de puesta a tierra de neutro impedante, aislado o compensado mediante protección direccional de tierra
■ protección completa de los transformadores y grupos de bloques
□ protección diferencial sensible y estable gracias a un sistema de retención por lógica de neuronas
□ asociada a todas las funciones de protección auxiliares necesarias
■ protección completa de los motores y los generadores
□ contra los fallos internos:
- protección diferencial de la máquina, sensible y estable, con retención en el arranque y por pérdida de sensores
- pérdida de excitación, fallo de masa del estátor, etc.
□ contra los fallos relativos a la red o al proceso: pérdida de sincronismo, control de velocidad, puesta en tensión accidental, etc.
■ medida del índice de distorsión armónica en la corriente y la tensión, para evaluar la calidad de la energía de la red
■ 42 entradas / 23 salidas para garantizar el control integral del equipo
■ editor de ecuaciones lógicas para realizar las funciones de control específicas
■ software de parametraje SFT2841 con asistencia para el ajuste
■ 2 puertos de comunicación Modbus, para la integración de Sepam en 2 redes diferentes, o bien en arquitecturas redundantes
■ cartucho de memoria extraíble para puesta en servicio rápida con sustitución de una unidad básica defectuosa
■ pila de seguridad para conservar los datos históricos y los registros de osciloperturbografía.

Guía de elección

La familia Sepam serie 80 se compone de 12 tipos para ofrecer la solución adaptada exactamente a cada aplicación.

Protecciones específicas disponibles	Aplicaciones			
	Subestación	Transformador	Motor	Generador
	S80			
Direccional de tierra	S81	T81	M81	
Direccional de tierra y de fase	S82	T82		G82
Diferencial de transformador o de máquina		T87	M87	G87
Diferencial para grupo de bloque (máquina + transformador)			M88	G88

Arquitectura modular

Flexibilidad y capacidad de evolución

Para adaptarse al número creciente de situaciones y permitir una posterior evolución de la instalación, la unidad Sepam se puede completar en cualquier momento con nuevas funciones a través de módulos opcionales.

1 **Unidad básica con Interface Hombre-Máquina avanzado, integrado o remoto.**

2 **Parámetros y ajustes guardados en cartucho de memoria extraíble.**

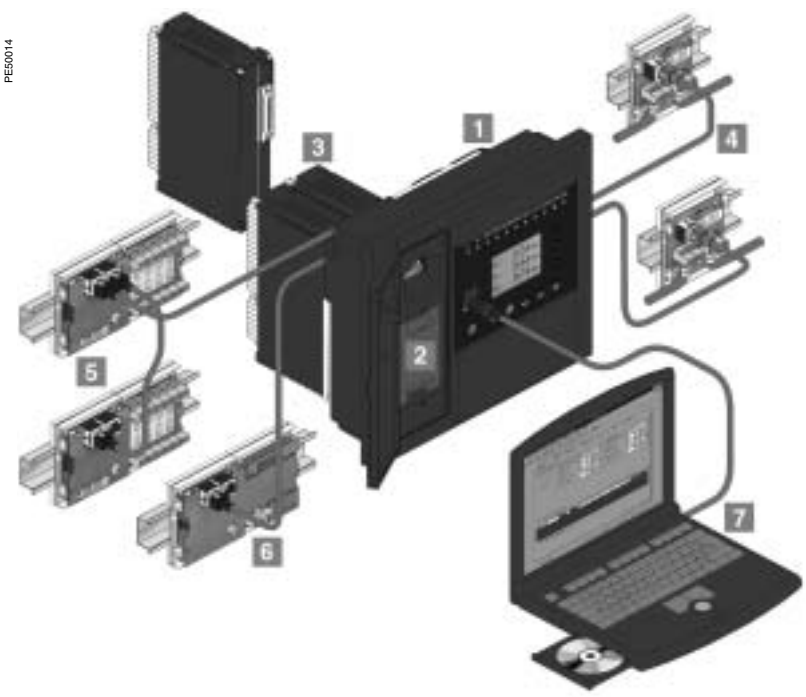
3 **42 entradas lógicas y 23 salidas de relé** con 3 módulos opcionales de 14 entradas 6 salidas.

4 **2 puertos de comunicación Modbus independientes**
- conexión directa a la red RS 485 2 hilos, RS 485 4 hilos o fibra óptica
- conexión a la red Ethernet TCP/IP a través de servidor Web PowerLogic System (Transparent Ready).

5 **Tratamiento de 16 sondas de temperatura.**

6 **1 salida analógica de bajo nivel, 0-10 mA, 4-20 mA o 0-20 mA.**

7 **Herramientas de software:**
- parametraje del Sepam, ajuste de las protecciones y personalización de la lógica de mando
- funcionamiento local o remoto de la instalación
- recuperación y visualización de los registros de osciloperturbografía..



Facilidad de instalación

- unidad básica compacta y ligera
- integración de Sepam facilitada por su capacidad de adaptación:
  - tensión de alimentación universal de Sepam y de sus entradas lógicas: de 24 a 250 V CC
  - corrientes de fase medidas indistintamente por transformadores de corriente 1 A o 5 A, o bien por sensores de tipo LPCT (Low Power Current Transducers)
  - corriente residual calculada o medida por diferentes montajes, a elegir en función de la necesidad
- módulos remotos comunes a todos los Sepam y fáciles de instalar:
  - montaje en carril DIN
  - conexión a la unidad básica Sepam gracias a cables prefabricados.

Puesta en servicio asistida

- instalación de las funciones predefinidas por simple parametraje
- software de parametraje en PC SFT2841 común a todos los Sepam, fácil de usar y potente, para disponer de todas las posibilidades de Sepam.

Utilización intuitiva

- Interface Hombre-Máquina integrado o remoto, para instalarse en el lugar más cómodo para el usuario
- Interface Hombre-Máquina ergonómico, con acceso directo a la información
- presentación clara en pantalla gráfica LCD de toda la información necesaria para la explotación local y el diagnóstico de la instalación
- idioma de explotación personalizable para entenderse por todos.

Tabla de elección

		Subestación			Transformador			Motor			Generador		
Protecciones	**Código ANSI**	**S80**	**S81**	**S82**	**T81**	**T82**	**T87**	**M81**	**M87**	**M88**	**G82**	**G87**	**G88**
Máxima intensidad de fase (1)	50/51	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Máxima corriente de tierra / Tierra sensible (1)	50N/51N 50G/51G	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Fallo disyuntor	50BF	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Máxima componente inversa	46	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Imagen térmica de cable	49RMS		2	2									
Imagen térmica de máquina (1)	49RMS				2	2	2	2	2	2	2	2	2
Diferencial de tierra restringida	64REF				2	2	2				2		2
Diferencial de transformador (2 bobinados)	87T						1			1			1
Diferencial de máquina	87M								1			1	
Máxima intensidad de fase direccional (1)	67			2		2					2		
Máxima intensidad de tierra direccional (1)	67N/67NC		2	2	2	2		2	2	2	2	2	2
Máxima potencia activa direccional	32P		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Máxima potencia reactiva direccional	32Q							1	1	1	1	1	1
Mínima potencia activa direccional	37P										2		
Mínima corriente de fase	37							1	1	1			
Arranque demasiado largo, bloqueo rotor	48/51LR							1	1	1			
Limitación del número de arranques	66							1	1	1			
Pérdida de excitación (mínima impedancia)	40							1	1	1	1	1	1
Pérdida de sincronismo	78PS							1	1	1	1	1	1
Máxima velocidad (2 umbrales) (2)	12							□	□	□	□	□	□
Mínima velocidad (2 umbrales) (2)	14							□	□	□	□	□	□
Máxima corriente con retención de tensión	50V/51V										2	2	2
Mínima Impedancia	21B										1	1	1
Puesta en tensión accidental	50/27										1	1	1
Mínima tensión residual armónica 3 / 100% de la masa del estátor	27TN/64G2 64G										2	2	2
Sobreexcitación (V / Hz)	24						2				2	2	2
Mínima tensión directa	27D	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Mínima tensión remanente	27R	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Mínima tensión (F-F o F-N)	27	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Máxima tensión (F-F o F-N)	59	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Máxima tensión residual	59N	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Máxima tensión inversa	47	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Máxima frecuencia	81H	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Mínima frecuencia	81L	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Reenganchador (4 ciclos) (2)	79	□	□	□									
Termostato / Buchholz (2)	26/63				□	□	□	□		□	□		□
Supervisión de temperatura (16 sondas) (3)	38/49T				□	□	□	□	□	□	□	□	□
Diagnóstico de aparamenta													
Vigilancia TI/TT	60/60FL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Supervisión del circuito de disparo (2)	74	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Supervisión de alimentación auxiliar		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Total de amperios cortados		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Número de maniobras (2)		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Tiempo de maniobra (2)		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Tiempo de rearme (2)		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Número de desconexiones de interruptor automático (2)		□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Automatismos													
Mando disyuntor / contactor	94/69	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Deslastrado/rearranque automático								■	■	■			
Desexcitación											■	■	■
Parada del grupo											■	■	■
Selectividad lógica (2)	68	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Enganche, acuse de recibo	86	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Señalización	30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Basculamiento de los juegos de ajuste		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Editor de ecuaciones lógicas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Las cifras indican el número de unidades disponibles para cada función de protección
■ *estándar,* □ *opcional.*
(1) *Función de protección con 2 juegos de ajuste.*
(2) *Según el parametraje y los módulos opcionales de entradas salidas MES120.*
(3) *Con módulos opcionales de entradas de temperatura MET148.*

Tabla de elección

	Subestación			Transformador			Motor			Generador		
Medidas	**S80**	**S81**	**S82**	**T81**	**T82**	**T87**	**M81**	**M87**	**M88**	**G82**	**G87**	**G88**
Intensidad de fase RMS I1,I2,I3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corriente residual calculada I0Σ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corriente media I1, I2, I3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Maxímetro de corriente IM1,IM2,IM3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corrientes residuales medidas I0, I'0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tensión U21, U32, U13, V1, V2, V3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tensión residual V0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tensión directa Vd / sentido de rotación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tensión inversa Vi	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Frecuencia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Potencia activa P, P1, P2, P3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Potencia reactiva Q, Q1, Q2, Q3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Potencia aparente S, S1, S2, S3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Maxímetro de potencia PM, QM	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Factor de potencia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Energía activa y reactiva calculada (±W.h, ±var.h)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Energía activa y reactiva mediante contaje de impulso (2) (± W.h, ± var.h)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Corriente de fase RMS I'1,I'2,I'3						■		■	■		■	■
Corriente residual calculada I'0Σ						■		■	■		■	■
Temperatura (16 sondas)(3)				□	□	□	□	□	□	□	□	□
Velocidad de rotación (2)							□	□	□	□	□	□
Tensión de punto neutro Vnt							■	■	■	■	■	■
Diagnóstico de la red y de la máquina												
Contexto de disparo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corriente de disparo TripI1, TripI2, TripI3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Número de disparos, por fallo de fase, por fallo de tierra	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Índice de desequilibrio / corriente inversa Ii	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Índice de distorsión de la corriente y de la tensión Ithd, Uthd	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Desfase φ0, φ'0, φ0Σ	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Desfase φ1, φ2, φ3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Osciloperturbografía	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Calentamiento		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Duración de funcionamiento restante antes del disparo por sobrecarga		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tiempo de espera después del disparo por sobrecarga		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Contador horario / tiempo de funcionamiento				■	■	■	■	■	■	■	■	■
Corriente y duración del arranque							■	■	■			
Duración de la prohibición de arranque							■	■	■			
Número de arranques antes de la prohibición							■	■	■			
Tasa de desequilibrio / corriente inversa I'i						■		■	■		■	■
Corriente diferencial Idiff1, Idiff2, Idiff3						■		■	■		■	■
Corrientes atravesantes It1, It2, It3						■		■	■		■	■
Desfase θ entre I e I'						■		■	■		■	■
Impedancias aparentes directas Zd		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
y entre fases Z21, Z32, Z13		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tensión armónica 3 punto neutro o residual										■	■	■
Comunicación mediante Modbus												
Lectura de las medidas (4)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Teleseñalización y fechado de los sucesos (4)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Telemandos (4)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Telerreglaje de las protecciones (4)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
Transferencia de los registros de osciloperturbografía (4)	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

■ *estándar,* □ *opcional.*

(2) *Según el parametraje y los módulos opcionales de entradas salidas MES120.*

(3) *Con módulos opcionales de entradas de temperatura MET148.*

(4) *Con interface de comunicación ACE949-2 (RS 485 2 hilos), ACE959 (RS 485 4 hilos) o ACE937 (fibra óptica).*

Unidad básica
Características eléctricas

Peso					
Peso mínimo (unidad básica sin MES120)		2,4 kg			
Peso máximo (unidad básica con 3 MES120)		3,6 kg			
Entradas de sensores					
Entradas de corriente de fase		**TI 1 A o 5 A**			
impedancia de entrada		< 0,001 Ω			
Consumo		< 0,001 VA (TI 1 A) < 0,025 VA (TI 5 A)			
Resistencia térmica permanente		3 In			
Sobrecarga 1 segundo		100 In			
Entradas de tensión		**Fase**		**Residual**	
impedancia de entrada		> 100 kΩ		> 100 kΩ	
Consumo		< 0,015 VA (TT 100 V)		< 0,015 VA (TT 100 V)	
Resistencia térmica permanente		240 V		240 V	
Sobrecarga 1 segundo		480 V		480 V	
Salidas de relé					
Salida de relé de control O1 a O4					
Tensión	Continua	24/48 V CC	127 V CC	220 V CC	
	Alterna (47,5 a 63 Hz)				de 100 a 240 V CA
Corriente permanente		8 A	8 A	8 A	8 A
Poder de corte	Carga resistiva	8 A / 4 A	0,7 A	0,3 A	
	Carga L/R < 20 ms	6 A / 2 A	0,5 A	0,2 A	
	Carga L/R < 40 ms	4 A / 1 A	0,2 A	0,1 A	
	Carga resistiva				8 A
	Carga cos φ > 0,3				5 A
Poder de cierre		< 15 A durante 200 ms			
Salida de relé de señalización O5					
Tensión	Continua	24/48 V CC	127 V CC	220 V CC	
	Alterna (47,5 a 63 Hz)				de 100 a 240 V CA
Corriente permanente		2 A	2 A	2 A	2 A
Poder de corte	Carga L/R < 20 ms	2 A / 1 A	0,5 A	0,15 A	
	Carga cos φ > 0,3				1 A
Alimentación					
Tensión		de 24 a 250 Vcc	-20 % / +10 %		
Consumo máximo		De 10 a 16 W según la configuración			
Corriente de llamada		< 10 A 10 ms			
Tasa de ondulación aceptada		12 %			
Microcorte aceptado		100 ms			
Pila					
Formato		1/2 AA litio 3,6 V			
Duración de vida		10 años de Sepam en tensión			
		8 años de Sepam sin tensión			

Unidad básica
Características de entorno

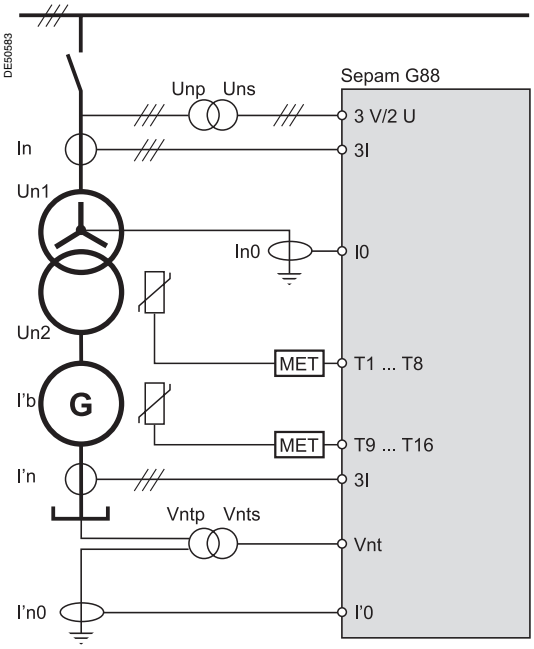
Compatibilidad electromagnética	Norma	Nivel / Clase	Valor
Ensayos de emisión			
Emisión campo perturbador	IEC 60255-25		
	EN 55022	A	
Emisión perturbaciones conducidas	IEC 60255-25		
	EN 55022	A	
Ensayos de inmunidad - Perturbaciones radiadas			
Inmunidad a los campos radiados	CEI 60255-22-3		10 V/m; 1 GHz
	CEI 61000-4-3		10 V/m; 2 GHz
	ANSI C37.90.2		35 V/m; 25 MHz - 1 GHz
Descargas electrostáticas	CEI 60255-22-2		8 kV aire; 6 kV contacto
Inmunidad a los campos magnéticos a la frecuencia de la red	CEI 61000-4-8		30 A/m (permanente)
Ensayos de inmunidad - Perturbaciones conducidas			
Inmunidad a las perturbaciones RF conducidas	CEI 60255-22-6		10 V
Transitorios eléctricos rápidos en ráfagas	CEI 60255-4-2	B	2 kV; 5 kHz
	CEI 61000-4-4	IV	4 kV; 2,5 kHz
Onda oscilante amortiguada a 1 MHz	CEI 60255-22-1		2,5 kV MC; 1 kV MD
Ondas de choque	CEI 61000-4-5	III	2 kV MC; 1 kV MD
Interrupciones de la tensión	IEC 60255-11		100% durante 100 ms
Robustez mecánica	**Norma**	**Nivel / Clase**	**Valor**
Subtensión			
Vibraciones	CEI 60255-21-1	2	1 Gn; 10 Hz - 150 Hz
	CEI 60068-2-6	Fc	2 Hz - 13,2 Hz; a = ±1 mm
Choques	CEI 60255-21-2	2	10 Gn / 1 ms
Seismos	CEI 60255-21-3	2	2 Gn horizontal
			1 Gn vertical
Sin tensión			
Vibraciones	CEI 60255-21-1	2	2 Gn; 10 Hz - 150 Hz
Choques	CEI 60255-21-2	2	30 Gn / 11 ms
Sacudidas	CEI 60255-21-2	2	20 Gn / 16 ms
Resistencia climática	**Norma**	**Nivel / Clase**	**Valor**
En funcionamiento			
Exposición al frío	CEI 60068-2-1	Ad	-25 ˚C
Exposición al calor seco	CEI 60068-2-2	Bd	+70 ˚C
Exposición continua al calor húmedo	CEI 60068-2-78	Cab	93% HR; 40 ˚C, 10 días
Variación de temperatura con velocidad de variación concretada	CEI 60068-2-14	Nb	-25 ˚C a +70 ˚C, 5 ˚C/min
Bruma salina	CEI 60068-2-52	Kb / 2	6 días
Influencia de la corrosión	CEI 60068-2-60	C	75% HR; 25 ˚C; 21 días
En almacén (3)			
Exposición al frío	CEI 60068-2-1	Ab	-25 ˚C
Exposición al calor seco	CEI 60068-2-2	Bb	+70 ˚C
Exposición continua al calor húmedo	CEI 60068-2-78	Cab	93% HR; 40 ˚C, 56 días
	CEI 60068-2-30	Db	95 % HR; 55 ˚C; 6 días
Seguridad	**Norma**	**Nivel / Clase**	**Valor**
Ensayos de seguridad de la envolvente			
Estanqueidad de la parte frontal	IEC 60529	IP52	Otros lados IP20
Resistencia al fuego	CEI 60695-2-11		650 ˚C con hilo incandescente
Ensayos de seguridad eléctrica			
Continuidad de la tierra	IEC 61131-2		30 A
Onda de choque 1,2/50 µs	IEC 60255-5		5 kV (1)
Resistencia dieléctrica a frecuencia industrial	IEC 60255-5		2 kV 1mn (2)
Certificados			
CE	Norma armonizada EN 50263	**Directivas europeas:** ■ 89/336/CEE Directiva sobre Compatibilidad Electromagnética (CEM) □ 92/31/CEE Modificación □ 93/68/CEE Modificación ■ 73/23/CEE Directiva sobre Baja Tensión □ 93/68/CEE Modificación	

(1) *Excepto comunicación: 3 kV en modo común y 1 kV en modo diferencial.*
(2) *Excepto comunicación: 1 kVrms.*
(3) *Sepam debe almacenarse en sus condiciones de origen.*

Índice

Funciones de medida
Entradas de sensores y parámetros generales **12**
Características **13**
Tratamiento de las señales medidas **14**
Intensidad de fase - Intensidad residual **16**
Corriente media y maxímetro de intensidad de fase **17**
Tensión compuesta - Tensión simple **18**
Tensión residual - Tensión de punto neutro **19**
Tensión directa - Tensión inversa **20**
Frecuencia **21**
Potencia activa, reactiva y aparente **22**
Maxímetros de potencia activa y reactiva
Factor de potencia (cos φ) **24**
Energía activa y reactiva **25**
Temperatura **26**
Velocidad de rotación **27**
Funciones de diagnóstico de red
Contexto de disparo - Corriente de disparo **28**
Número de disparos por fallo de fase
Número de disparos por fallo de tierra **29**
Índice de desequilibrio **30**
Índice de distorsión armónica de la intensidad
Índice de distorsión armónica de la tensión **31**
Desfase φ0, φ'0, φ0Σ - Desfase φ1, φ2, φ3 **32**
Osciloperturbografía **33**
Funciones de ayuda a la explotación de las máquinas
Calentamiento - Constante de tiempo de enfriamiento **34**
Duración de funcionamiento antes del disparo
Duración de la espera después del disparo **35**
Contador horario y tiempo de funcionamiento
Intensidad y duración del arranque **36**
Número de arranques antes de la prohibición
Duración de la prohibición de arranque **37**
Corriente diferencial - Corriente atravesante **38**
Desfase de las corrientes **39**
Impedancia aparente directa
Impedancias aparentes entre fases **40**
Tensión armónica 3 punto neutro
Tensión armónica 3 residual **41**
Funciones de diagnóstico del equipo
Vigilancia TT **42**
Código ANSI 60FL 42
Vigilancia TI **44**
Código ANSI 60 (tras vigilancia TT) 44
Vigilancia del circuito de disparo **45**
Código ANSI 74 45
Vigilancia de la alimentación auxiliar **46**
Total de amperios cortados - Número de maniobras **47**
Tiempo de maniobra - Tiempo de rearme **48**
Número de desconexiones **49**

Entradas de sensores y parámetros generales



Entradas de sensores de Sepam G88.

Entradas de sensores

Sepam serie 80 dispone de entradas analógicas para conectar a los sensores de medida necesarios para su aplicación.

	S80, S81, S82	T81, T82, M81, G82	T87, M87, M88, G87, G88
Entradas de corriente de fase	1 x 3	1 x 3	2 x 3
Entradas de corriente residual	2	2	2
Entradas de tensión	1 x 3	1 x 3	1 x 3
Entrada de tensión residual	1	1	1
Entradas de temperatura (en módulo MET148-2)	0	2 x 8	2 x 8

Parámetros generales

Los parámetros generales definen las características de los sensores de medida conectados al Sepam y determinan el rendimiento de las funciones de medida y de protección utilizadas. Se puede acceder a ellos a través de las pestañas "Características generales ", "Sensores TI-TT" y "Características particulares" del software de ajuste SFT2841.

Parámetros generales		Selección	Valor
In, I'n	Corriente de fase nominal (corriente primaria de sensor)	2 ó 3 TI 1 A / 5 A	1 A a 6250 A
		3 sensores LPCT	25 A a 3.150 A (1)
Ib	Corriente básica, correspondiente a la potencia nominal del equipo		0,4 a 1,3 In
I'b	Corriente básica en las vías adicionales (no ajustable)	Aplicaciones con transformador	I'b= Ib x Un1/Un2
		Otras aplicaciones	I'b = Ib
In0, I'n0	Corriente residual nominal	Suma de las 3 corrientes de fase	Cf. In(I'n) corriente de fase nominal
		Toroidal CSH120 o CHS200	Calibre 2 A o 20 A
		TI 1 A / 5 A + toroidal CSH30	1 A a 6250 A
		Toroidal homopolar + ACE990 (la relación del toroidal 1/n debe ser tal que 50 ⩽ n ⩽ 1500)	Según la corriente que se va a controlary la utilización de ACE990
Unp	Tensión compuesta nominal primaria (Vnp: tensión simple nominal primaria Vnp = Unp/$\sqrt{3}$)		de 220 V a 250 kV
Uns	Tensión compuesta nominal secundaria	3 TT: V1, V2, V3	100, 110, 115, 120, 200, 220 V
		2 TT: U21, U32	100, 110, 115, 120 V
		1 TT: U21	100, 110, 115, 120 V
		1 TT: V1	100, 110, 115, 120, 200, 220 V
Uns0	Tensión homopolar secundaria para una tensión homopolar primaria Unp/$\sqrt{3}$		Uns/3 o Uns/$\sqrt{3}$
Vntp	Tensión primaria del transformador de tensión de punto neutro (aplicación del generador o motor)		de 220 V a 250 kV
Vnts	Tensión secundaria del transformador de tensión de punto neutro (aplicación del generador o motor)		57,7 V a 133 V
	Frecuencia nominal		50 Hz ó 60 Hz
	Sentido de rotación de las fases		1-2-3 ó 1-3-2
	Período de integración (para corriente media y maxímetro de corriente y potencia)		5, 10, 15, 30, 60 mn
	Contaje de energía por impulsos	Incremento de energía activa	0,1 kW.h a 5 MW.h
		Incremento de energía reactiva	0,1 kvar.h a 5 Mvar.h
F	Potencia nominal del transformador		de 100 kVA a 999 MVA
Un1	Tensión nominal de bobinado 1 (lado de las vías principales: I)		de 220 V a 220 kV
Un2	Tensión nominal de bobinado 2 (lado de las vías adicionales: I')		de 220 V a 400 kV
In1	Corriente nominal de bobinado 1 (no ajustable)		In1 = P$\sqrt{3}$ /Un1
In2	Corriente nominal de bobinado 2 (no ajustable)		In2 = P$\sqrt{3}$ /Un2
	Índice horario del transformador		de 0 a 11
Ωn	Velocidad nominal (motor, generador)		de 100 a 3600 rpm
R	N.º de impulsos / revolución (para la adquisición de velocidad)		de 1 a 1.800 (Ωn x R/60 ⩽ 3.000)
	Umbral de velocidad nula		del 5 al 20% de Ωn

***(1)** Valores de In para LPCT, en A: 25, 50, 100, 125, 133, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 666, 1000, 1600, 2000, 3150.*

Características

Funciones	Rango de medidas	Precisión(1)	MSA141	Grabación de seguridad
Medidas				
Corriente de fase	0,02 a 40 In	±0,5%	■	
Corriente residual calculada	0,005 a 40 In	±1%	■	
Corriente residual medida	0,005 a 20 In0	±1%	■	
Corriente media	0,02 a 40 In	±0,5%		
Maxímetro de intensidad	0,02 a 40 In	±0,5%		□
Tensión compuesta	0,05 a 1,2 Unp	±0,5%	■	
Tensión simple	0,05 a 1,2 Vnp	±0,5%	■	
Tensión residual	0,015 a 3 Vnp	±1%		
Tensión de punto neutro	0,015 a 3 Vntp	±1%		
Tensión directa	0,05 a 1,2 Vnp	±2%		
Tensión inversa	0,05 a 1,2 Vnp	±2%		
Frecuencia	25 a 65 Hz	± 0,01 Hz		
Potencia activa (total o por fase)	0,008 Sn a 999 MW	±1%	■	
Potencia reactiva (total o por fase)	0,008 Sn a 999 Mvar	±1%	■	
Potencia aparente (total o por fase)	0,008 Sn a 999 MVA	±1%	■	
Maxímetro de potencia activa	0,008 Sn a 999 MW	±1%		□
Maxímetro de potencia reactiva	0,008 Sn a 999 Mvar	±1%		□
Factor de potencia	de -1 a +1 (CAP / IND)	±0,01	■	
Energía activa calculada	de 0 a $2{,}1.10^8$ MW.h	± 1%, ± 1 dígito		□ □
Energía reactiva calculada	de 0 a 2,1 $0{,}10^8$ Mvar.h	± 1%, ± 1 dígito		□ □
Temperatura	de -30 ˚C a +200 ˚Co de -22 ˚F a +200,00 ˚C	± 1 ˚C de +20 a +140 ˚C	■	
Velocidad de rotación	de 0 a 7.200 rpm	±1 rpm		
Ayuda al diagnóstico de red				
Contexto de disparo				□
Corriente de disparo	0,02 a 40 In	±5%		□
Número de disparos	de 0 a 65.535	-		□ □
Índice de desequilibrio / corriente inversa	del 1 al 500% de Ib	±2%		
Índice de distorsión armónica de corriente	del 0 al 100%	±1%		
Índice de distorsión armónica de tensión	del 0 al 100%	±1%		
Desfase $\varphi 0$ (entre V0 e I0)	del 0 al 359˚	±2˚		
Desfase $\varphi 1$, $\varphi 2$, $\varphi 3$ (entre V e I)	del 0 al 359˚	±2˚		
Registros de osciloperturbografía				□
Diagnóstico de máquinas				
Calentamiento	del 0 al 800% (100% para I de fase = Ib)	±1%		□ □
Duración de funcionamiento restante antes del disparo debido a una sobrecarga	de 0 a 999 mn.	± 1 mn		
Tiempo de espera después del disparo por sobrecarga	de 0 a 999 mn.	± 1 mn		
Contador horario / tiempo de funcionamiento	de 0 a 65.535 horas	± 1% o ± 0,5 h		□ □
Corriente de arranque	de 1,2 Ib a 40 In	±5%		□
Duración del arranque	de 0 a 300 s	± 300 ms		□
Número de arranques antes de la prohibición	de 0 a 60	-		
Duración de la prohibición de arranque	de 0 a 360 mn.	± 1 mn		
Corriente diferencial	de 0,015 a 40 In	±1%		
Corriente atravesante	de 0,015 a 40 In	±1%		
Desfase $\theta 1$, $\theta 2$, $\theta 3$ (entre I e I')	del 0 al 359˚	±2˚		
Impedancia aparente entre Z21, Z32, Z13	de 0 a 200 kΩ	±5%		
Tensión armónico 3 en punto neutro	del 0,2 al 30% de Vnp	±1%		
Tensión armónico 3 residual	del 0,2 al 90% de Vnp	±1%		
Ayuda al diagnóstico del equipo				
Total de amperios cortados	de 0 a 65.535 kAΣ	±10%		□ □
Número de maniobras	de 0 a 4.10^9	-		□ □
Tiempo de maniobra	de 0 a 100 años	± 1 ms		□ □
Tiempo de rearme	de 1 a 20 s	± 0,5 s		□ □
Número de desconexiones	de 0 a 65.535	-		□ □

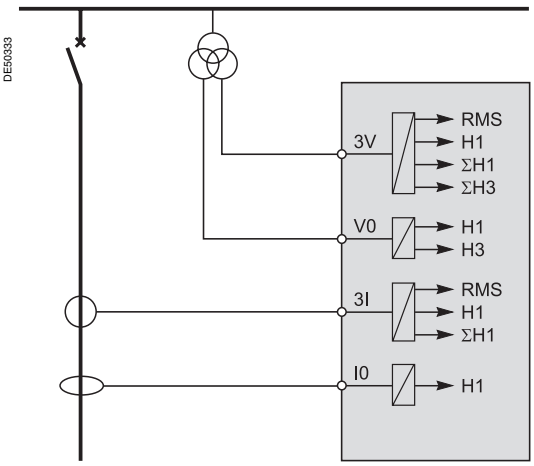
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6), precisiones típicas a In o Unp, cosφ > 0,8.*

■ *disponible en el módulo de salida analógica MSA141, en función del parametraje*

□ □ *guardado si corte de la alimentación auxiliar, incluso sin la pila*

□ □ *guardado si corte de la alimentación auxiliar, gracias a la pila.*

Tratamiento de las señales medidas



Magnitudes elaboradas por Sepam a partir de las señales físicas medidas.

Magnitudes físicas medidas

Sepam mide las magnitudes físicas siguientes:
- intensidades de fase (3I)
- intensidad residual (I0)
- tensiones de fase (3V)
- tensión residual (V0).

Sepam trata cada señal física medida para disponer de todas las magnitudes necesarias para las funciones de medida, diagnóstico y protección.

En las tablas siguientes se indica para cada función el tipo de magnitud utilizado, elaborado a partir de las señales físicas medidas, con:
- RMS = valor RMS hasta el armónico 13
- H1 = componente principal de 50 Hz o 60 Hz
- ΣH1 = suma vectorial de los componentes principales de las tres fases
- H3 = componente de armónico 3
- ΣH3 = suma vectorial de los componentes de armónico 3 de las tres fases.

Magnitudes utilizadas por las funciones de medida y diagnóstico

		3I			I0	3V				V0	
Medidas		**RMS**	**H1**	**ΣH1**	**H1**	**RMS**	**H1**	**ΣH1**	**ΣH3**	**H1**	**H3**
Intensidad de fase RMS I1,I2,I3		■									
Corriente residual calculada I0Σ				■							
Corriente media I1, I2, I3		■									
Maxímetro de corriente IM1,IM2,IM3		■									
Corrientes residuales medidas I0, I'0					■						
Tensión U21, U32, U13, V1, V2, V3							■				
Tensión residual V0								□		□	
Tensión directa Vd / sentido de rotación							■				
Tensión inversa Vi							■				
Frecuencia							■				
Potencia activa P, P1, P2, P3			■				■				
Potencia reactiva Q, Q1, Q2, Q3			■				■				
Potencia aparente S, S1, S2, S3			■				■				
Maxímetro de potencia PM, QM			■				■				
Factor de potencia			■				■				
Energía activa y reactiva calculada (±W.h, ±var.h)			■				■				
Corriente de fase RMS I'1,I'2,I'3		■									
Corriente residual calculada I'0Σ				■							
Tensión de punto neutro Vnt										■	
Diagnóstico de la red y de la máquina											
Corriente de disparo Tripl1, Tripl2, Tripl3			■								
Índice de desequilibrio / corriente inversa Ii			■								
Índice de distorsión de la intensidad Ithd		■	■								
Índice de distorsión de la tensión Uthd						■	■				
Desfase φ0, φ'0, φ0Σ				■	■			□		□	
Desfase φ1, φ2, φ3			■				■				
Calentamiento		■									
Índice de desequilibrio / corriente inversa I'i			■								
Corriente diferencial Idiff1, Idiff2, Idiff3			■								
Corrientes atravesantes It1, It2, It3			■								
Ángulo entre intensidad I e I'			■								
Corriente de arranque			■								
Tensión armónica 3 punto neutro o residual									■		■
Diagnóstico de aparamenta	**Código ANSI**										
Vigilancia TI/TT	60/60FL		■				■				
Total de amperios cortados			■								

■ *básica*
□ *según sensores de medida conectados.*

Tratamiento de las señales medidas

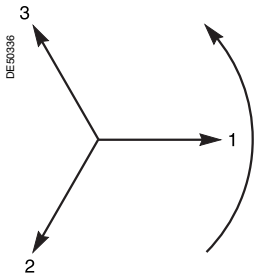
Magnitudes utilizadas por las funciones de protección

		3I			I0	3V				V0	
Protecciones	**Código ANSI**	**RMS**	**H1**	**ΣH1**	**H1**	**RMS**	**H1**	**ΣH1**	**ΣH3**	**H1**	**H3**
Máxima intensidad de fase	50/51		■								
Máxima corriente de tierra Tierra sensible	50N/51N 50G/51G			□	□						
Fallo del disyuntor	50BF		■								
Máximo de componente inversa	46		■								
Imagen térmica de cable	49RMS	■									
Imagen térmica de la máquina	49RMS	■									
Diferencial de tierra restringida	64REF			■	■						
Diferencial de transformador (2 bobinados)	87T		■								
Diferencial de máquina	87M		■								
Máxima intensidad de fase direccional	67		■				■				
Máxima corriente a tierra direccional	67N/67NC			□	□			□		□	
Máxima potencia activa direccional	32P		■				■				
Máxima potencia reactiva direccional	32Q		■				■				
Mínima potencia activa direccional	37P		■				■				
Mínima corriente de fase	37		■								
Arranque demasiado largo, bloqueo rotor	48/51LR		■								
Limitación del número de arranques	66		■								
Pérdida de excitación (impedancia mínima)	40		■				■				
Pérdida de sincronismo	78 PS		■				■				
Máxima corriente con retención de tensión	50V/51V		■				■				
Impedancia mínima	21B		■				■				
Puesta en tensión accidental	50/27		■				■				
Mínima tensión residual armónica 3 / 100% de la masa del estátor	27TN/64G2 64G								■		■
Sobreflujo (V / Hz)	24						■				
Mínima tensión directa	27D						■				
Mínima tensión remanente	27R						■				
Mínima tensión (L-L o L-N)	27						■				
Máxima tensión (L-L o L-N)	59						■				
Máxima tensión residual	59N							□		□	
Máximo de tensión inversa	47						■				
Máxima frecuencia	81H						■				
Mínima frecuencia	81L						■				

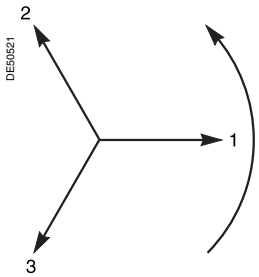
■ *básica*
□ *según sensores de medida conectados.*

Sentido de rotación de las fases

El sentido de rotación de las 3 fases de la red es de 1-2-3 o de 1-3-2, orden de sucesión de las fases en rotación en el sentido trigonométrico.
El sentido de rotación de las fases debe parametrizarse para obtener un cálculo correcto de los componentes simétricos (Vd, Vi, V0Σ, Id, Ii, I0Σ).



Sentido de rotación de las fases 1-2-3.



Sentido de rotación de las fases 1-3-2.

Intensidad de fase
Intensidad residual

Intensidad de fase

Funcionamiento

Esta función ofrece el valor eficaz de las intensidades de fases:
- I1: intensidad de fase 1, vías principales
- I2: intensidad de fase 2, vías principales
- I3: intensidad de fase 3, vías principales
- I'1: intensidad de fase 1, vías adicionales
- I'2: intensidad de fase 2, vías adicionales
- I'3: intensidad de fase 3, vías adicionales.

Se basa en la medida de la intensidad RMS y tiene en cuenta los armónicos hasta el rango 13.
Se pueden utilizar diferentes tipos de sensores para medir la corriente de fase:
- transformadores de corriente 1 A o 5 A
- sensores de intensidad de tipo LPCT (Low Power Current Transducer).

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación
- mediante convertidor analógico con la opción MSA141.

Características

Rango de medidas	0,02 a 40 In **(1)**
Unidad	A o kA
Resolución	0,1 A
Precisión	± 0,5% típico**(2)** ± 1% de 0,3 a 1,5 In ± 2% de 0,1 a 0,3 In
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *In calibre nominal definido en el ajuste de los parámetros generales.*
(2) *A In, en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Corriente residual

Funcionamiento

Esta función suministra el valor eficaz de la intensidad residual.
Se basa en la medida de la fundamental.
En función del tipo de Sepam y de los sensores conectados, están disponibles 4 valores de corriente residual:
- 2 corrientes residuales I0Σ e I'0Σ, calculadas a partir de la suma vectorial de las 3 intensidades de fase
- 2 corrientes residuales I0 e I'0 medidas.

Se pueden utilizar diferentes tipos de sensores para medir la corriente residual:
- toroidal homopolar específico CSH120 o CSH200
- transformador de corriente clásico 1 A o 5 A con adaptador toroidal CSH30
- cualquier toroidal con adaptador ACE990.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación
- mediante convertidor analógico con la opción MSA141.

Características

Rango de medidas	I0Σ o I'0Σ			0,005 a 40 In0 **(1)**
	I0Σ o I'0Σ medida por toroidal CSH	Calibre	In0 = 2 A	0,005 a 20 In0 **(1)**
			In0 = 20 A	0,005 a 20 In0 **(1)**
	I0Σ o I'0Σ medida por toroidal homopolar con ACE990			0,005 a 20 In0 **(1)**
	I0Σ o I'0Σ medida por TI con adaptador CSH30			0,005 a 20 In0 **(1)**
Unidad				A o kA
Resolución				0,1 A ó 1 dígito
Precisión**(2)**				±1% típica a In0 ±2% de 0,3 a 1,5 In0 ±5% de 0,1 a 0,3 In0
Formato del visualizador				3 cifras significativas
Período de actualización				1 segundo (típico)

(1) *In0 calibre nominal definido en el ajuste de los parámetros generales.*
(2) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6), sin la precisión de los sensores.*

Corriente media y maxímetro de intensidad de fase

Funcionamiento

Las intensidades medias y los maxímetros de intensidad se calculan a partir de las 3 intensidades de fase I1, I2 e I3:

■ la corriente media se calcula en un período de 5 a 60 minutos parametrizable el maxímetro de corriente es el valor más grande de la corriente media y permite conocer la intensidad absorbida en las puntas de carga.

Los maxímetros se pueden volver a poner a cero. Se guardan en caso de interrupción de la alimentación.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:

■ en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla

■ en la pantalla de un PC con el software SFT2841

■ mediante la comunicación

Puesta a cero de los maxímetros

■ mediante la tecla

del visualizador IHM avanzado si se visualiza un maxímetro

■ por la orden clear del software SFT2841

■ mediante la comunicación (TC4).

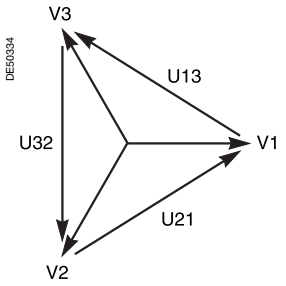
Características

Rango de medidas	0,02 a 40 In (1)
Unidad	A o kA
Resolución	0,1 A
Precisión	± 0,5% típico(2) ± 1% de 0,3 a 1,5 In ± 2% de 0,3 a 0,3 In
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Período de integración	5, 10, 15, 30, 60 mn

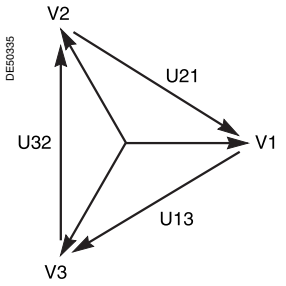
(1) *In calibre nominal definido en el ajuste de los parámetros generales.*

(2) *A In, en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Tensión compuesta
Tensión simple



Red 1-2-3: tensiones simples y compuestas.



Red 1-3-2: tensiones simples y compuestas.

Tensión compuesta

Funcionamiento

Esta función ofrece el valor eficaz de la componente 50 ó 60 Hz de las tensiones compuestas (según la conexión de los captadores de tensión):

- U21 tensión entre fases 2 y 1 ($\vec{U}21 = \vec{V}1 - \vec{V}2$)
- U32 tensión entre fases 3 y 2 ($\vec{U}32 = \vec{V}2 - \vec{V}3$)
- U13 tensión entre las fases 1 y 3 ($\vec{U}13 = \vec{V}3 - \vec{V}1$) .

Se basa en la medida de la fundamental.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación
- mediante convertidor analógico con la opción MSA141.

Características

Rango de medidas	0,05 a 1,2 Unp**(1)**
Unidad	V o kV
Resolución	1 V
Precisión	± 0,5% típico**(2)** ±1% de 0,5 a 1,2 Unp ±2% de 0,05 a 0,5 Unp
Formato de visualizador de resolución 1 V	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *Un calibre nominal definido en el ajuste de los parámetros generales.*
(2) *A Unp, en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Tensión simple

Funcionamiento

Esta función ofrece el valor eficaz del componente 50 ó 60 Hz de las tensiones simples:
- V1: tensión simple de la fase 1
- V2: tensión simple de la fase 2
- V3: tensión simple de la fase 3.

Se basa en la medida de la fundamental.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación
- mediante convertidor analógico con la opción MSA141.

Características

Rango de medidas	0,05 a 1,2 Vnp**(1)**
Unidad	V o kV
Resolución	1 V
Precisión	± 0,5% típico**(2)** ±1% de 0,5 a 1,2 Vnp ±2% de 0,05 a 0,5 Vnp
Formato de visualizador de resolución 1 V	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *Vnp: tensión simple nominal primaria (Vnp = Unp/$\sqrt{3}$).*
(2) *A Vnp, en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Tensión residual
Tensión de punto neutro

Tensión residual

Funcionamiento

Esta función suministra el valor de la tensión residual $\vec{V}0 = \vec{V}1 + \vec{V}2 + \vec{V}3$.
V0 se mide:
- por TT estrella / triángulo abierto
- por la suma interna de las 3 tensiones de fase.

Se basa en la medida de la fundamental.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	0,015 a 3 Vnp(1)
Unidad	V o kV
Resolución	1 V
Precisión	±1% de 0,5 a 3 Vnp ±2% de 0,05 a 0,5 Vnp ±5% de 0,015 a 0,05 Vnp
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *Vnp: tensión simple nominal primaria (Vnp = Unp/√3).*

Tensión de punto neutro

Funcionamiento

Esta función suministra el valor de la tensión homopolar:

$$\vec{V}nt = (\vec{V}1 + \vec{V}2 + \vec{V}3)/3$$

medida en el punto neutro de un generador o un motor por TT dedicado.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	0,015 Vnp a 3 Vntp (1)
Unidad	V o kV
Resolución	1 V
Precisión	±1% de 0,5 a 3 Vntp ±2% de 0,05 a 0,5 Vntp ±5% de 0,015 a 0,05 Vntp
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *Vntp: tensión primaria del transformador de punto neutro.*

Tensión directa
Tensión inversa

Tensión directa

Funcionamiento

Esta función suministra el valor de la tensión directa calculada Vd:

■ 3 tensiones simples:

□ sentido de rotación de las fases 1-2-3: $\vec{V}d = \frac{1}{3} \times (\vec{V}1 + a\vec{V}2 + a^2\vec{V}3)$

□ sentido de rotación de las fases 1-3-2: $\vec{V}d = \frac{1}{3} \times (\vec{V}1 + a^2\vec{V}2 + a\vec{V}3)$

■ 2 tensiones compuestas:

□ sentido de rotación de las fases 1-2-3: $\vec{V}d = \frac{1}{3} \times (\vec{U}21 - a^2\vec{U}32)$

□ sentido de rotación de las fases 1-3-2: $\vec{V}d = \frac{1}{3} \times (\vec{U}21 - a\vec{U}32)$

con $a = e^{\varphi\frac{2\pi}{3}}$

Lectura

Se puede acceder a esta medida:

■ en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla

■ en la pantalla de un PC con el software SFT2841

■ mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	0,05 a 1,2 Vnp(1)
Unidad	V o kV
Resolución	1 V
Precisión	±2% a Vnp
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *Vnp: tensión simple nominal primaria (Vnp = Unp/√3).*

Tensión inversa

Funcionamiento

Esta función suministra el valor de la tensión directa calculada Vi:

■ 3 tensiones simples:

□ sentido de rotación de las fases 1-2-3: $\vec{V}i = \frac{1}{3} \times (\vec{V}1 + a^2\vec{V}2 + a\vec{V}3)$

□ sentido de rotación de las fases 1-3-2: $\vec{V}i = \frac{1}{3} \times (\vec{V}1 + a\vec{V}2 + a^2\vec{V}3)$

■ 2 tensiones compuestas:

□ sentido de rotación de las fases 1-2-3: $\vec{V}i = \frac{1}{3} \times (\vec{U}21 - a\vec{U}32)$

□ sentido de rotación de las fases 1-3-2: $\vec{V}i = \frac{1}{3} \times (\vec{U}21 - a^2\vec{U}32)$

con $a = e^{\varphi\frac{2\pi}{3}}$

Lectura

Se puede acceder a esta medida:

■ en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla

■ en la pantalla de un PC con el software SFT2841

■ mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	0,05 a 1,2 Vnp(1)
Unidad	V o kV
Resolución	1 V
Precisión	±2% a Vnp
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *Vnp: tensión simple nominal primaria (Vnp = Unp/√3).*

Frecuencia

Funcionamiento

Esta función suministra el valor de la frecuencia.
La medida de frecuencia se realiza:
- a partir de U21 o V1 si sólo hay una tensión conectada al Sepam
- a partir de la tensión directa en los demás casos.

La frecuencia no se mide si:
- la tensión U21/V1 o la tensión directa Vd es inferior al 40% de Un
- la frecuencia está fuera del rango de medida.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM mostrado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación
- mediante convertidor analógico con la opción MSA141.

Características

Frecuencia nominal	50 Hz, 60 Hz
Rango	25 a 65 Hz
Resolución	0,01 Hz[1]
Precisión[2]	± 0,01 Hz
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *En SFT2841.*
(2) *A Unp, en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Potencia activa, reactiva y aparente

Funcionamiento

Las potencias se calculan a partir de las intensidades de fase I1, I2 e I3:
- potencia activa = $\sqrt{3}$ .U.I cos φ
- potencia reactiva = $\sqrt{3}$ .U.I sin φ
- potencia aparente = $\sqrt{3}$ .U.I.

En función de los sensores conectados, el cálculo de las potencias se basa en el método de los 2 ó 3 vatímetros (ver la siguiente tabla).
El método de los 2 vatímetros es muy preciso a falta de corriente residual y no es aplicable si el neutro está distribuido.
El método de los 3 vatímetros permite calcular exactamente las potencias trifásicas y fase por fase en todos los casos, esté el neutro distribuido o no.

Conexión de las vías de tensión	Conexión de las vías de corriente principales	Método de cálculo de P, Q, S	Potencia por fase P1, P2, P3 Q1, Q2, Q3 S1, S2, S3
3 V	I1, I2, I3	3 vatímetros	Disponible
	I1, I3	2 vatímetros	No disponible
U32, U21 + V0	I1, I2, I3	3 vatímetros	Disponible
	I1, I3	2 vatímetros	No disponible
U32, U21 sin V0	I1, I2, I3 o I1, I3	2 vatímetros	No disponible
U21	I1, I2, I3 o I1, I3	2 vatímetros La red se considera equilibrada en tensión	No disponible
V1	I1, I2, I3 o I1, I3	Sin cálculo	P1, Q1, S1 únicamente

Cálculo de las potencias

- por el método de los 3 vatímetros:

$$P = \vec{V1}\,\vec{I1}\cos(\vec{V1},\vec{I1}) + \vec{V2}\,\vec{I2}\cos(\vec{V2},\vec{I2}) + \vec{V3}\,\vec{I3}\cos(\vec{V3},\vec{I3})$$

$$Q = \vec{V1}\,\vec{I1}\sin(\vec{V1},\vec{I1}) + \vec{V2}\,\vec{I2}\sin(\vec{V2},\vec{I2}) + \vec{V3}\,\vec{I3}\sin(\vec{V3},\vec{I3})$$

- por el método de los 2 vatímetros:

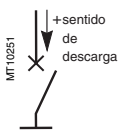
$$P = \vec{U21}\,\vec{I1}\cos(\vec{U21},\vec{I1}) - \vec{U32}\,\vec{I3}\cos(\vec{U32},\vec{I3})$$

$$Q = \vec{U21}\,\vec{I1}\sin(\vec{U21},\vec{I1}) - \vec{U32}\,\vec{I3}\sin(\vec{U32},\vec{I3})$$

- $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$.

Por convención, se considera que:
- para el circuito de salida[1]:
  - una potencia exportada por el juego de barras es positiva
  - una potencia suministrada al juego de barras es negativa.

- para el circuito de llegada[1]:
  - una potencia suministrada al juego de barras es positiva
  - una potencia exportada por el juego de barras es negativa.



(1) *La selección debe efectuarse en los parámetros generales.*

Potencia activa, reactiva y aparente

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación
- mediante convertidor analógico con la opción MSA141.

Características

	Potencia activa P, P1, P2, P3	Potencia reactiva Q, Q1, Q2, Q3	Potencia aparente S, S1, S2, S3
Rango de medidas	±(0,8% Sn a 999 MW) (1)	±(0,8% Sn a 999 Mvar) (1)	0,8% Sn a 999 MVA (1)
Unidad	kW, MW	kvar, Mvar	kVA, MVA
Resolución	0,1 kW	0,1 kvar	0,1 kVA
Precisión	±1% de 0,3 a 1,5 Sn ±3% de 0,1 a 0,3 Sn (2)	±1% de 0,3 a 1,5 Sn ±3% de 0,1 a 0,3 Sn (3)	±1% de 0,3 a 1,5 Sn ±3% de 0,1 a 0,3 Sn
Formato del visualizador	3 cifras significativas	3 cifras significativas	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)	1 segundo (típico)	1 segundo (típico)

(1) *$Sn = \sqrt{3}\,Unp.In.$*
(2) *A In, Unp, cos φ > 0,8 en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
(3) *A In, Unp, cos φ < 0,6 en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Maxímetros de potencia activa y reactiva
Factor de potencia (cos φ)

Maxímetros de potencia activa y reactiva

Funcionamiento

Esta función proporciona el valor medio más alto de la potencia activa o reactiva desde la última puesta a cero.
Estos valores se actualizan al término de cada "período de integración", período ajustable de 5 a 60 mn (período común a los maxímetros de intensidad de fase).
Estos valores se guardan en caso de interrupción de la alimentación.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Puesta a cero

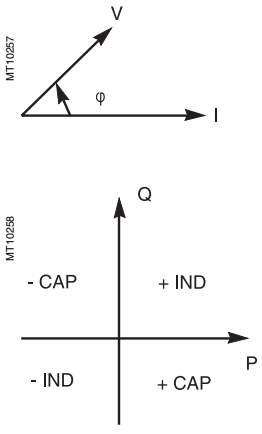
- mediante la tecla clear del visualizador IHM avanzado si se visualiza un maxímetro
- por la orden clear del software SFT2841
- mediante la comunicación (TC5).

Características

	Potencia activa	Potencia reactiva
Rango de medidas	±(1,5% Sn a 999 MW) (1)	±(1,5% Sn a 999 Mvar) (1)
Unidad	kW, MW	kvar, Mvar
Resolución	0,1 kW	0,1 kvar
Precisión	±1%, típico (2)	±1%, típico (3)
Formato del visualizador	3 cifras significativas	3 cifras significativas
Período de integración	5, 10, 15, 30, 60 mn	5, 10, 15, 30, 60 mn

(1) *Sn = $\sqrt{3}$ Unp.In.*
(2) *A In, Unp, cos φ > 0,8 en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
(3) *A In, Unp, cos φ < 0,6 en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Factor de potencia (cos φ)



Funcionamiento

El factor de potencia se define por: $\cos\varphi = P/\sqrt{P^2 + Q^2}$.

Expresa el desfase entre las intensidades de fase y las tensiones simples.
Los signos + y - así como las indicaciones **IND** (inductivo) y **CAP** (capacitivo) indican el sentido de descarga de la energía y la naturaleza de las cargas.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	de -1 a 1 IND/CAP
Resolución	0,01
Precisión (1)	0,01 típica
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *A In, Unp, cos φ > 0,8 en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Energía activa y reactiva

Energía activa y reactiva calculada

Funcionamiento

Esta función proporciona, para los valores de energía activa y reactiva calculados a partir de las tensiones y las intensidades I1, I2, I3:
- un contador para la energía que circula en un sentido
- un contador para la energía que circula en el otro sentido.

Se basa en la medida de la fundamental.
Estos contadores se guardan en caso de interrupción de la alimentación.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

	Energía activa	Energía reactiva
Capacidad de contaje	de 0 a 2,1 10^8 MW.h	de 0 a 2,1 10^8 Mvar.h
Unidad	MW.h	Mvar.h
Resolución	0,1 MW.h	0,1 Mvar.h
Precisión	±1%, típico (1)	±1%, típico (1)
Formato del visualizador	10 cifras significativas	10 cifras significativas

(1) *A In, Unp, cos φ > 0,8 en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Energía activa y reactiva mediante contaje de impulso

Funcionamiento

Esta función permite el contaje de la energía por medio de entradas digitales. A cada entrada se asocia un incremento de energía (debe efectuarse en los parámetros generales). En cada impulso de entrada, el incremento se añade al contador.
hay disponibles 4 entradas y 4 contadores:
- energía activa positiva y negativa
- energía reactiva positiva y negativa.

Estos contadores se guardan en caso de interrupción de la alimentación.

Lectura

- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

	Energía activa	Energía reactiva
Capacidad de contaje	de 0 a 2,1 10^8 MW.h	de 0 a 2,1 10^8 Mvar.h
Unidad	MW.h	Mvar.h
Resolución	0,1 MW.h	0,1 Mvar.h
Formato del visualizador	10 cifras significativas	10 cifras significativas
Incremento	0,1 kW.h a 5 MW	0,1 kvar.h a 5 Mvar.h
Impulso	15 ms min.	15 ms min.

Temperatura

Funcionamiento

Esta función ofrece el valor de la temperatura medido por detectores de tipo termosonda de resistencia:
- con placa Pt100 (100 Ω a 0 ˚C) de conformidad con las normas CEI 60751 y DIN 43760
- níquel 100 Ω o 120 Ω (a 0˚C).

Cada canal de sonda nos ofrece una medida:
tx = temperatura de la sonda x.
Esta función detecta los defectos sondas:
- sonda cortada (t˚C > 205˚C)
- sonda en cortocircuito (t˚C < -35˚C).

En caso de fallo, la visualización del valor se inhibe.
La función de vigilancia asociada genera una alarma de mantenimiento.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla , en ˚C o en ˚F
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación
- mediante convertidor analógico con la opción MSA141.

Características

Rango	de -30 ˚C a +200 ˚C o de -22 ˚F a +392,00 ˚F
Resolución	1˚C o 1˚F
Precisión	± 1 ˚C de +20 a +140 ˚C ± 2˚C de -30 a +20˚C ±2˚C de +140 a +200˚C
Período de actualización	5 segundos (típico)

Precisión en función del cableado

- conexión en modo 3 hilos: el error Δt es proporcional a la longitud del cable e inversamente proporcional a su sección :

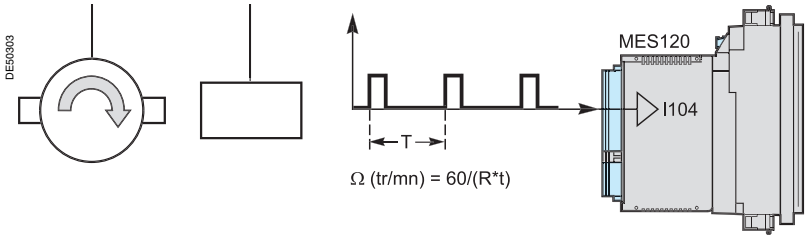
$$\Delta t(^{\circ}C) = 2 \times \frac{l(km)}{S(mm^2)}$$

- ±2,1˚C/km para una sección de 0,93 mm²
- ±1˚C/km para una sección de 1,92 mm².

Velocidad de rotación

Funcionamiento

Esta función proporciona la velocidad de rotación del rotor de un motor o de un generador. Se calcula midiendo el intervalo de tiempo que transcurre entre dos impulsos generados por un detector de proximidad al paso de una leva arrastrada por la rotación del eje del motor o el generador. El número de levas (referencias) debe ajustarse en la pantalla "Características especiales" del SFT2841. El sensor de proximidad debe conectarse a la entrada digital I104.



1 Rotor con 2 levas.
2 Detector de proximidad.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango		de 0 a 7.200 rpm
Resolución		1 rpm
Precisión		±1 rpm
Período de actualización		1 segundo (típico)
Número de referencias (R)		1 a 1.800 con Ωn.R/60 ⩽ 3000 (Ωn: velocidad nominal en rpm)
Sensor de proximidad	Pasabanda (en Hz)	> 2.Ωn.R/60
	Salida	24 a 250 Vcc, 3 mA como mínimo

Contexto de disparo
Corriente de disparo

Contexto de disparo

Funcionamiento

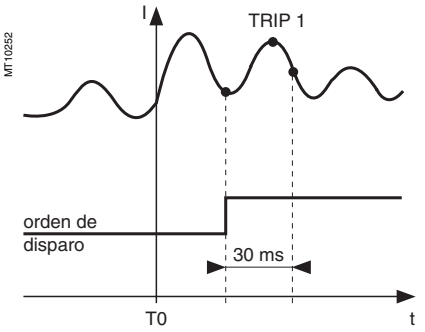
Esta función proporciona los valores de las magnitudes físicas en el momento del disparo (activación del contacto de disparo en la salida 01) para poder analizar la causa del fallo.
Valores disponibles en el IHM avanzado:
- corrientes de disparo TRIPI y TRIPI'
- intensidades residuales I0, I'0, I0Σ e I'0Σ
- corriente diferencial y trasversales
- tensiones compuestas
- tensión residual
- tensión de punto neutro
- tensión armónica 3, punto neutro y residual
- frecuencia
- potencia activa
- potencia reactiva
- potencia aparente.

El IHM experto (SFT2841) permite obtener más valores que los disponibles en el IHM avanzado:
- tensiones simples
- tensión inversa
- tensión directa.

Los valores correspondientes a los cinco últimos disparos se memorizan con la fecha y la hora del disparo.
Se guardan en caso de interrupción de la alimentación.
Después de memorizar 5 contextos de disparo, los valores correspondientes a un nuevo disparo borran el contexto más antiguo.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas en los contextos de disparo:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación



Adquisición de la corriente de disparo de TRIPI1.

Corriente de disparo

Funcionamiento

Esta función ofrece el valor eficaz de las intensidades en el momento supuesto del último disparo:
- TRIPI1 : intensidad de fase 1 (vías principales)
- TRIPI2 : intensidad de fase 2 (vías principales)
- TRIPI3 : intensidad de fase 3 (vías principales)
- TRIPI'1: intensidad de fase 1 (vías adicionales)
- TRIPI'2: intensidad de fase 2 (vías adicionales)
- TRIPI'3: intensidad de fase 3 (vías adicionales).

Se basa en la medida de la fundamental.
Esta medida se define como el valor eficaz máximo medido durante un intervalo de 30 ms después de la activación del contacto de disparo en la salida O1.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas en los contextos de disparo:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	0,1 a 40 In (1)
Unidad	A o kA
Resolución	0,1 A
Precisión	± 5%, ± 1 dígito
Formato del visualizador	3 cifras significativas

(1) *In, calibre nominal definido en el ajuste de los parámetros generales.*

Número de disparos por fallo de fase
Número de disparos por fallo de tierra

Número de disparos por fallo de fase

Funcionamiento

Esta función contabiliza los fallos de fase aparecidos en la red que hayan conllevado el disparo del interruptor automático.
El contaje tiene en cuenta los disparos generados por las protecciones 50/51, 50V/51V, 67.
Si existe selectividad entre varios interruptores automáticos, únicamente el Sepam que da la orden de disparo cuenta el fallo.
Los defectos fugitivos eliminados por el reenganchador se cuentan.

El número de disparo por fallo de fase se guarda si se corta la alimentación auxiliar.
Se puede reiniciar con el software SFT2841.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	de 0 a 65.535
Unidad	sin
Resolución	1
Período de actualización	1 segundo (típico)

Número de disparos por fallo de tierra

Funcionamiento

Esta función cuenta los fallos de tierra aparecidos en la red que hayan conllevado el disparo del interruptor automático.
El contaje tiene en cuenta los disparos generados por las protecciones 50N/51N y 67N.
Si existe selectividad entre varios interruptores automáticos, únicamente el Sepam que da la orden de disparo cuenta el fallo.
Los defectos fugitivos eliminados por el reenganchador se cuentan.

El número de disparo por fallo de tierra se guarda si se corta la alimentación auxiliar.
Se puede reiniciar con el software SFT2841.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	de 0 a 65.535
Unidad	sin
Resolución	1
Período de actualización	1 segundo (típico)

Índice de desequilibrio

Funcionamiento

Esta función ofrece el índice de componente inversa: **T = Ii/Ib** o **T' = I'i/I'b**.
La corriente inversa se determina a partir de las intensidades de fases:

■ 3 fases:

□ sentido de rotación de las fases 1-2-3: $\vec{I}i = \frac{1}{3} \times \left(\vec{I}1 + a^2 \underset{x}{\vec{I}2} + a\vec{I}3 \right)$

□ sentido de rotación de las fases 1-3-2: $\vec{I}i = \frac{1}{3} \times \left(\vec{I}1 + a \underset{x}{\vec{I}2} + a^2\vec{I}3 \right)$

■ 2 fases:

□ sentido de rotación de las fases 1-2-3: $\left|\vec{I}i\right| = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \left|\vec{I}1 - a^2\vec{I}3\right|$

□ sentido de rotación de las fases 1-3-2: $\left|\vec{I}i\right| = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \left|\vec{I}1 - a\vec{I}3\right|$

con $a = e^{\varphi \frac{2\pi}{3}}$.

A falta de fallo homopolar, las fórmulas para 2 intensidades de fase equivalen a las de 3 intensidades de fase.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:

■ en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla

■ en la pantalla de un PC con el software SFT2841

■ mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	del 10 al 500%
Unidad	% Ib o% I'b
Resolución	1%
Precisión	±2%
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

Índice de distorsión armónica de la intensidad
Índice de distorsión armónica de la tensión

Índice de distorsión armónica de la intensidad

Funcionamiento

El índice de distorsión armónica de la intensidad Ithd permite apreciar la calidad de la intensidad. Se calcula en la fase I1 teniendo en cuenta los armónicos hasta el rango 13.

El cálculo se efectúa en 50 períodos según la fórmula:

$$\mathbf{Ithd = 100\%}\sqrt{\left(\frac{\mathbf{RMS}}{\mathbf{H_1}}\right)^2 - 1}$$

con:
RMS = valor RMS de la intensidad I1 hasta el armónico 13
H1 = valor del fundamental de la intensidad I1

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	del 0 al 100%
Unidad	%
Resolución	0,1%
Precisión(1)	±1% a In para Ithd > 2%
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Índice de distorsión armónica de la tensión

Funcionamiento

El índice de distorsión armónica de la tensión Uthd permite apreciar la calidad de la tensión. Se calcula en la medida de V1 o U21 según la configuración, teniendo en cuenta los armónicos hasta el rango 13.

El cálculo se efectúa en 50 períodos según la fórmula:

$$\mathbf{Uthd = 100\%}\sqrt{\left(\frac{\mathbf{RMS}}{\mathbf{H_1}}\right)^2 - 1}$$

con:
RMS = valor RMS de la tensión U21/V1 hasta el armónico 13
H1 = valor del fundamental de la tensión U21/V1

Lectura

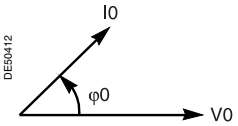
Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	del 0 al 100%
Unidad	%
Resolución	0,1%
Precisión(1)	±1% a Un/Vn para Uthd > 2%
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Desfase φ0, φ'0, φ0Σ
Desfase φ1, φ2, φ3



Desfase φo.

Desfase φ0, φ'0, φ0Σ

Funcionamiento

Esta función proporciona el desfase entre la corriente residual y la tensión residual en sentido trigonométrico (ver esquema). Esta medida resulta útil en la puesta en servicio para comprobar si la protección direccional de tierra está cableada correctamente.

Existen tres valores disponibles:

- φ0, ángulo entre V0 e I0 medido
- φ'0, ángulo entre V0 e I'0 medido
- φ0Σ, ángulo entre V0 e I0Σ calculado en suma de intensidades de fase.

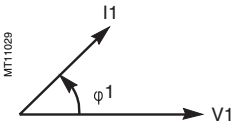
Lectura

Se puede acceder a estas medidas:

- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	del 0 al 359°
Resolución	1°
Precisión	±2°
Período de actualización	2 segundos (típico)



Desfase φ1.

Desfase φ1, φ2, φ3

Funcionamiento

Esta función ofrece el desfase entre la tensión V1, V2, V3 y la corriente I1, I2, I3 respectivamente en sentido trigonométrico (ver esquema). Estas medidas son útiles en la puesta en servicio del Sepam para verificar el cableado correcto de las entradas en tensión y corriente. Cuando las tensiones compuestas U21 y U32 se conectan al Sepam y a falta de medida de la tensión residual V0, la tensión residual se considera nula. No funciona cuando sólo está conectada la tensión U21/V1 al Sepam.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:

- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	del 0 al 359°
Resolución	1°
Precisión	±2°
Período de actualización	2 segundos (típico)

Osciloperturbografía

Funcionamiento

Esta función permite grabar señales analógicas y estados lógicos.
La memorización del registro se provoca por uno o varios sucesos parametrizados con el software SFT2841.
La grabación memorizada empieza antes del suceso y sigue después.
La grabación está formada por la siguiente información:
- los valores muestreados en las distintas señales
- la fecha
- las características de las vías grabadas.

La duración y el número de registro se pueden parametrizar con el software SFT2841.
Los ficheros se graban en una memoria FIFO (First In First Out): cuando se alcanza el número máximo de grabaciones, la grabación más antigua se borra cuando se dispara una nueva grabación.

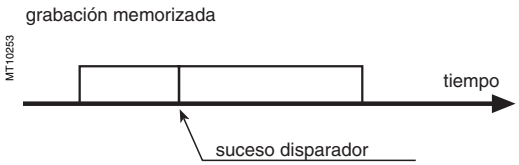
Transferencia

La transferencia de los ficheros se puede hacer localmente o a distancia:
- localmente: mediante un PC conectado a la toma de la consola y que disponga del software SFT2841
- a distancia: mediante un software específico del sistema de control.

Restitución

La restitución de las señales a partir de una grabación se realiza con un PC a través del software SFT2826.

Esquema de principio



Características

Contenido de una grabación	Fichero de configuración: fecha, características de los canales, relación de transformación de la cadena de medida Fichero de muestras: señales grabadas
Frecuencia de muestreo (1)	12 ó 36 puntos por período de la red
Señales analógicas grabadas (2)	Vías de corriente I1, I2, I3, I0, I'1, I'2, I'3, I'0 Vías de tensión de fase V1, V2, V3 o U21, U32 Vías de tensión residual V0 o Vnt
Estados lógicos grabados (1) (3)	Todo o parte de la información siguiente: ■ todas las entradas / salidas lógicas ■ la señal "pick-up" ■ una información configurable mediante el editor de ecuaciones (V_FLAGREC)
Número de grabaciones (1)	1 a 19
Duración total de un registro (1)	de 1 s a 20 s.
Capacidad de grabación máxima (ocupación de memoria OPG = 100%)	22 s a 50 Hz, 12 puntos por período 18 s a 60 Hz, 12 puntos por período 7 s a 50 Hz, 36 puntos por período 6 s a 60 Hz, 36 puntos por período
Períodos grabados antes del suceso disparador(1)	0 a 99 períodos
Formato de los ficheros	COMTRADE 97

(1) *Para parametrizar con el software SFT2841.*
(2) *Según tipo y conexión de los sensores.*
(3) *Según la configuración de hardware del Sepam.*

Calentamiento
Constante de tiempo de enfriamiento

Calentamiento

Funcionamiento

El calentamiento se calcula mediante la protección de imagen térmica del cable o de máquina. El calentamiento es proporcional a la carga. La medida del calentamiento se expresa en un porcentaje del calentamiento nominal.

Seguridad en situación de calentamiento

El calentamiento se guarda en caso de interrupción de alimentación del Sepam. Este valor guardado se utiliza después de un corte de alimentación del Sepam.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación
- mediante convertidor analógico con la opción MSA141.

Características

Rango de medidas	del 0 al 800%
Unidad	%
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Resolución	1%
Período de actualización	1 segundo (típico)

Constante de tiempo de enfriamiento

Funcionamiento

La protección de imagen térmica de la máquina (49 RMS máquina) utiliza una constante de tiempo de enfriamiento (T2) que o bien graba el usuario en función de los datos del fabricante del elemento que se va a proteger, o bien reconoce automáticamente el Sepam.
La estimación de T2 se realiza:
- después de una secuencia de calentamiento/enfriamiento:
  - período de calentamiento detectada por ES > 70%
  - seguido por una parada detectada por I < 10% de Ib
- cuando la temperatura del equipo se mide con sondas conectadas al módulo MET148-2 n° 1:
  - sondas 1, 2 ó 3 asignadas a la medida de la temperatura del estátor de los motores/generadores
  - sondas 1, 3 ó 5 asignadas a la medida de la temperatura de los transformadores.

Después de cada nueva secuencia de calentamiento/enfriamiento detectada, se estima un nuevo valor de T2 y se muestra en la pantalla correspondiente del SFT2841. La utilización de la sonda número 8 para medir la temperatura ambiente permite mejorar la precisión de las estimaciones de estas medidas.
La función de imagen térmica de la máquina dispone de 2 regímenes de funcionamiento para responder por ejemplo al caso de la ventilación natural o forzada, o bien del motor de 2 velocidades. Se estima una constante de tiempo para cada uno de estos regímenes.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	de 5 a 600 mn.
Unidad	mn
Resolución	1 mn
Precisión	±5%
Formato del visualizador	3 cifras significativas

Duración de funcionamiento antes del disparo
Duración de la espera después del disparo

Duración de funcionamiento restante antes del disparo debido a una sobrecarga

Funcionamiento

El calentamiento se calcula mediante la protección de imagen térmica del cable o la máquina. Esta duración depende del calentamiento.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	de 0 a 999 mn.
Unidad	mn
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Resolución	1 mn
Período de actualización	1 segundo (típico)

Tiempo de espera después del disparo por sobrecarga

Funcionamiento

El calentamiento se calcula mediante la protección de imagen térmica del cable o la máquina. Esta duración depende del calentamiento.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	de 0 a 999 mn.
Unidad	mn
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Resolución	1 mn
Período de actualización	1 segundo (típico)

Contador horario y tiempo de funcionamiento Intensidad y duración del arranque

Contador horario y tiempo de funcionamiento

Este contador ofrece el total de tiempo durante el cual el aparato protegido (motor, generador o transformador) está en funcionamiento, es decir, desde que una corriente es superior al 10% de Ib. El valor inicial del contador se puede modificar desde el software SFT2841.
Este contador se guarda en caso de interrupción de la alimentación auxiliar

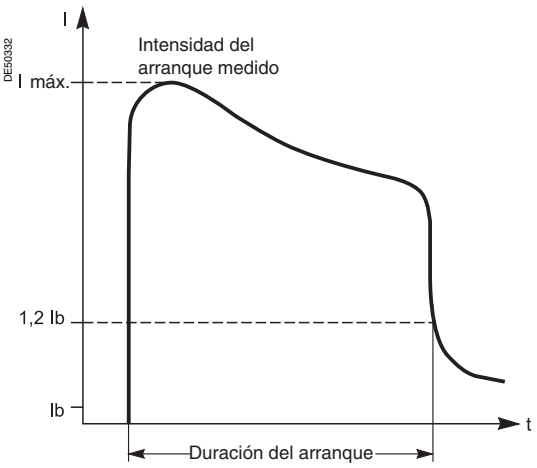
Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango	de 0 a 65.535
Unidad	horas

Intensidad y duración del arranque



Funcionamiento

La duración del arranque es el tiempo que separa el momento en el que una de las 3 corrientes de fase supera 1,2 Ib y el momento en el que las 3 corrientes se establecen por debajo de 1,2 Ib. La corriente de fase máxima que se obtiene durante esta duración corresponde a la corriente de arranque.
Los 2 valores se guardan en caso de interrupción de la alimentación auxiliar.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Duración del arranque	
Rango de medidas	de 0 a 300 s
Unidad	s o ms
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Resolución	10 ms ó 1 dígito
Período de actualización	1 segundo (típico)
Corriente de arranque	
Rango de medidas	1,2 Ib a 24 In (1)
Unidad	A o kA
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Resolución	0,1 A ó 1 dígito
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *O bien 65,5 kA.*

Número de arranques antes de la prohibición
Duración de la prohibición de arranque

Número de arranques antes de la prohibición

Funcionamiento

El número de arranques autorizados antes de la prohibición se calcula mediante la protección de limitación del número de arranques.
Este número de arranques depende del estado térmico del motor.

Lectura

Se puede acceder a estas medidas:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Puesta a cero

Es posible poner a cero los contadores del número de arranques introduciendo una contraseña:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla clear
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841.

Características

Rango de medidas	de 0 a 60
Unidad	sin
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Resolución	1
Período de actualización	1 segundo (típico)

Duración de la prohibición de arranque

Funcionamiento

Esta duración se calcula mediante la protección de limitación del número de arranques.
La protección de la limitación del número de arranques indica "Arranque no autorizado", cuando se alcanza el número de arranques autorizado y se abre el interruptor automático. Esta duración expresa el tiempo de espera antes de que se vuelva a permitir un arranque.

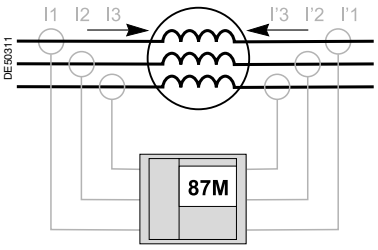
Lectura

Se puede acceder al número de arranques y al tiempo de espera:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	de 0 a 360 mn.
Unidad	mn
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Resolución	1 mn
Período de actualización	1 segundo (típico)

Corriente diferencial
Corriente atravesante



Corriente diferencial

Funcionamiento

La corriente diferencial se calcula para facilitar la instalación de las protecciones diferenciales 87T y 87M:

- en el caso de las máquinas giratorias (87M), se calcula para cada fase mediante:

$$\left|\vec{I}diff\right| = \left|\vec{I} + \vec{I'}\right|$$

- en el caso de utilizarse un transformador (87T), el cálculo de Idiff tiene en cuenta el índice horario y la relación de transformación:

$$\left|\vec{I}diff\right| = \left|\vec{I}_{recalibrado} + \vec{I'}_{recalibrado}\right|$$

el valor de Idiff está reducido a corrientes de primario.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:

- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	de 0,015 a 40 In
Unidad	A o kA
Resolución	0,1 A
Precisión(1)	±5%
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *A In, en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Corriente atravesante

Funcionamiento

La corriente atravesante se calcula para facilitar la puesta en marcha de las protecciones diferenciales 87T y 87M:

- en el caso de las máquinas giratorias (87M), se calcula para cada fase mediante:

$$\left|\vec{I}t\right| = \left|\frac{\vec{I} - \vec{I'}}{2}\right|$$

- en el caso de utilizarse un transformador (87T), el cálculo de It tiene en cuenta el índice horario y la relación de transformación:

$$\left|\vec{I}t\right| = (max)(\left|\vec{I}_{recalibrado'}\right|, \left|\vec{I'}_{recalibrado'}\right|)$$

el valor de It está reducido a corrientes de primario.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:

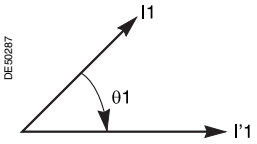
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	de 0,015 a 40 In
Unidad	A o kA
Resolución	0,1 A
Precisión(1)	±5%
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *A In, en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Desfase de las corrientes



Funcionamiento

Los desfases de las corrientes (θ1, θ2, θ3) se calculan para cada fase entre las intensidades de fase principales (I) y las intensidades de fase adicionales (I').
El ángulo se mide en el sentido de las agujas del reloj (ver el esquema contiguo).
Esta información resulta útil cuando se instalan las protecciones 87M y 87T para comprobar la conexión del Sepam.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	del 0 al 359°
Unidad	°
Resolución	1°
Precisión(1)	±2°
Formato del visualizador	3 cifras significativas
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *A In, en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Impedancia aparente directa
Impedancias aparentes entre fases

Impedancia aparente directa

Funcionamiento

La impedancia aparente directa resulta útil para ayudar a instalar la protección contra las pérdidas de excitación con un mínimo de impedancia (ANSI 40).

$$Zd = \frac{|Vd|}{|Id|}$$

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	de 0 a 200 kΩ
Unidad	Ω
Resolución	0,001 Ω
Precisión(1)	±5%
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *A In, Un en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Impedancias aparentes entre fases

Funcionamiento

Las impedancias aparentes entre fases resultan útiles para ayudar a instalar la protección de impedancia mínima (ANSI 21B). Se expresan como la relación entre la tensión compuesta y la corriente compuesta.

$$Z_{21} = \frac{|\vec{U}_{21}|}{|\vec{I}_{21}|} \text{ con } \vec{I}_{21} = \vec{I}_1 - \vec{I}_2$$

$$Z_{21} = \frac{|\vec{U}_{32}|}{|\vec{I}_{32}|} \text{ con } \vec{I}_{32} = \vec{I}_2 - \vec{I}_3$$

$$Z_{21} = \frac{|\vec{U}_{13}|}{|\vec{I}_{13}|} \text{ con } \vec{I}_{13} = \vec{I}_3 - \vec{I}_1$$

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	de 0 a 200 kΩ
Unidad	Ω
Resolución	0,001 Ω
Precisión(1)	±5%
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *A In, Un en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Tensión armónica 3 punto neutro
Tensión armónica 3 residual

Tensión armónica 3 punto neutro

Funcionamiento

Medida del componente armónico 3 de la tensión homopolar medida en el punto neutro de un generador o un motor (V3nt).
Este valor resulta útil para instalar la función de mínima tensión residual armónica 3 (ANSI 27TN/64G2).

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	del 0,2 al 30% de Vnp
Unidad	% de Vnp
Resolución	0,1%
Precisión(1)	±1%
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Tensión armónica 3 residual

Funcionamiento

Medida del componentes armónico 3 de la tensión residual; ésta se calcula mediante la suma vectorial de las tensiones simples.
Este valor resulta útil para instalar la función de mínima tensión residual armónica 3 (ANSI 27TN/64G2).

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	del 0,2 al 90% de Vnp
Unidad	% de Vnp
Resolución	0,1%
Precisión(1)	±1%
Período de actualización	1 segundo (típico)

(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Vigilancia TT
Código ANSI 60FL

Funcionamiento

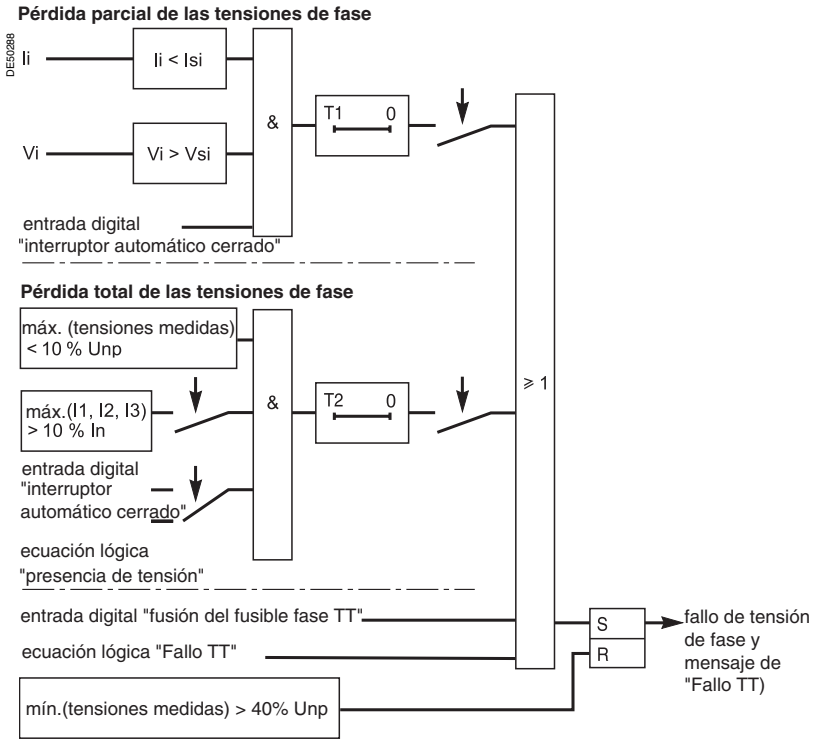
La función de vigilancia de TT (transformador de tensión) permite vigilar la cadena completa de medida de tensiones de fase y residual:
- los transformadores de tensión
- la conexión de los TT al Sepam
- las entradas analógicas de tensión de Sepam.

Esta función trata los siguientes fallos:
- pérdida parcial de las tensiones de fase, detectada por:
  - presencia de tensión inversa
  - y ausencia de corriente inversa
- pérdida de todas las tensiones de fase, detectada por:
  - presencia de corriente en una de las tres fases
  - y ausencia de todas las tensiones medidas
- disparo de la protección de las TT de fase (y/o TT residual), detectada mediante la adquisición en una entrada digital del contacto de fusión fusible o del contacto auxiliar del disyuntor, asegurando la protección de los TT
- se pueden tratar otros casos de fallo gracias al editor de ecuaciones lógicas.

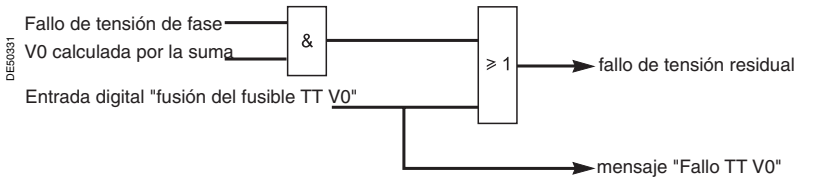
La información "Defecto de tensión de fase" y "Defecto de tensión residual" desaparecen automáticamente al volver a la normalidad, es decir, en el momento en el que:
- desaparece la causa del fallo
- y están presentes todas las tensiones medidas.

Consideración de la información del disyuntor cerrado
La información de "disyuntor cerrado" se considera para detectar la pérdida de una, dos o tres tensiones, si está conectada a una entrada digital.
En algunas aplicaciones, la posición del interruptor automático no es suficiente para determinar la presencia de tensiones. El editor de ecuaciones permite en tal caso definir de forma más precisa los casos de presencia de tensión.

Esquema de principio



Detección de defecto de tensión de fase.



Detección de defecto de tensión residual.

Vigilancia TT
Código ANSI 60FL

Consecuencias de un defecto de TT en las funciones de protección

Un "Fallo de tensión de fase" afecta a las funciones de protección siguientes:
- 21B, 27, 27D, 27TN, 32P, 32Q, 37P, 40, 47, 50/27, 51V, 78PS
- 59, únicamente en caso de que la protección esté configurada en el máximo de las tensiones simples, cuando la medida de las tensiones se realiza mediante dos TT de fase + TPV0
- 67.

Un "Fallo de tensión residual" afecta a las funciones de protección siguientes:
- 59N
- 67N/67NC.

El comportamiento de estas funciones de protección en caso de "Fallo de tensión de fase" o de "Fallo de tensión residual" se parametriza y las opciones propuestas son las siguientes:
- para las protecciones 21B, 27, 27D, 27TN, 32P, 32Q, 37P, 40, 47, 50/27, 51V, 59N, 59, 78PS: inhibición o no
- para la protección 67: inhibición o funcionamiento no direccional (50/51)
- para la protección 67N/67NC: inhibición o funcionamiento no direccional (50N/51N).

Consejos de ajuste

La pérdida parcial de las tensiones se basa en la detección de presencia de tensión inversa y de ausencia de corriente inversa.
Por defecto:
- la presencia de tensión inversa se detecta cuando: Vi > 10% Vnp (Vsi)
- la ausencia de corriente inversa se detecta cuando: Ii < 5% In (Isi)
- la temporización T1 es de 1 s.

Estos ajustes por defecto garantizan la estabilidad de la función de vigilancia TT en caso de cortocircuito o de fenómenos transitorios en la red.
En caso de red con grandes desequilibrios, se puede aumentar el umbral Isi.

La temporización T1 debe ajustarse a un valor inferior al tiempo de disparo de las funciones de protección de tensión y potencia.

La temporización de T2 de detección de la pérdida de todas las tensiones debe ser más larga que el tiempo de eliminación de un cortocircuito mediante una protección 50/51 o 67, para evitar la detección de un defecto de TT en pérdida de tensiones provocadas por un cortocircuito trifásico.

La temporización de la protección 51V debe ser más larga que las temporizaciones T1 y T2 utilizadas para la detección de pérdida de tensión.

Características

Validación de detección de la pérdida parcial de las tensiones de fase		
Ajuste	Sí / No	
Umbral Vsi		
Ajuste	del 2 al 100% de Vnp	
Precisión	± 2% para Vi ⩾ 10% Vnp ± 5% para Vi < 10% Vnp	
Resolución	1%	
Porcentaje de liberación	(95 ± 2,5)% para Vi ⩾ 10% Vnp	
Umbral Isi		
Ajuste	del 5 al 100% de In	
Precisión	±5%	
Resolución	1%	
Porcentaje de liberación	(105 ±2,5)%	
Temporización T1 (pérdida parcial de tensiones de fase)		
Ajuste	de 0,1 s a 300 s.	
Precisión	± 2% o ± 25 ms	
Resolución	10 ms	
Validación de detección de la pérdida de todas las tensiones de fase		
Ajuste	Sí / No	
Detección de la pérdida de todas las tensiones con verificación de presencia de corriente		
Ajuste	Sí / No	
Presencia de tensión detectada por		
Ajuste	Interruptor automático cerrado / Ecuación lógica	
Temporización T2 (pérdida de todas las tensiones)		
Ajuste	de 0,1 s a 300 s.	
Precisión	± 2% o ± 25 ms	
Resolución	10 ms	
Comportamiento en protecciones de tensión y potencia		
Ajuste	Sin acción/inhibición	
Comportamiento en protección 67		
Ajuste	No direccional/inhibición	
Comportamiento en protección 67N/67NC		
Ajuste	No direccional/inhibición	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Fallo TT de fase	PVTS_1_103	
Inhibición de la función	PVTS_1_113	
Presencia de tensión	PVTS_1_1017	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida temporizada	PVTS_1_3	■
Función inhibida	PVTS_1_16	

Vigilancia TI
Código ANSI 60

Funcionamiento

La función de vigilancia de TI (transformador de intensidad) permite vigilar la cadena completa de medida de tensiones de fase:
- los captadores de corriente de fase (TI 1 A/5 A o LPCT)
- la conexión de los captadores de intensidad de fase al Sepam
- las entradas analógicas de intensidad de fase de Sepam.

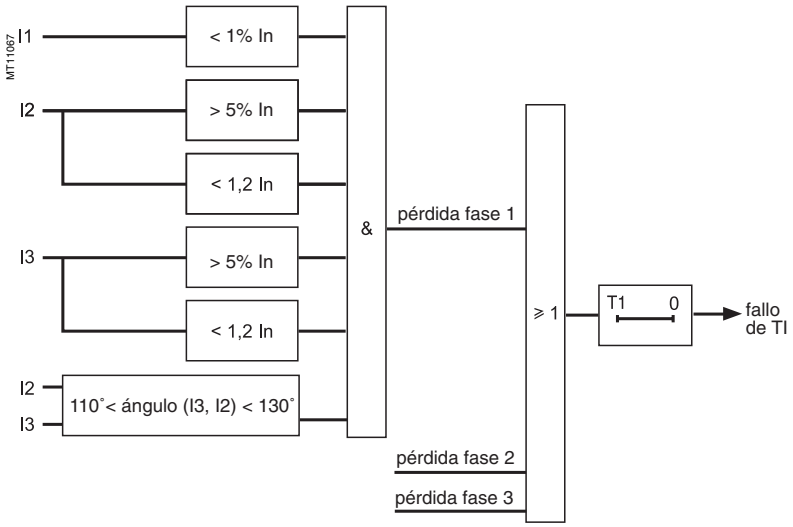
Existe en dos ejemplares; el primero vigila los TI de las vías de corriente principales (I) y el segundo vigila los TI de las vías de corriente adicionales (I').

Esta función no está activa si solamente se conectan 2 captadores de intensidad de fase.

La información "Fallo de TI (principales)" o "Fallo de TI (adicionales)" desaparece automáticamente cuando se vuelve a la normalidad, es decir, en el momento en el que se miden las tres corrientes de fase y su valor es superior al 10% de In.

En caso de que se pierda una corriente de fase, se pueden inhibir las siguientes funciones de protección para evitar que se produzcan disparos intempestivos:
- 21B, 46, 40, 32P, 37P, 32Q, 78PS, 64REF
- 51N y 67N, si I0 se calcula mediante la suma de las corrientes de fase.

Esquema de principio



Características

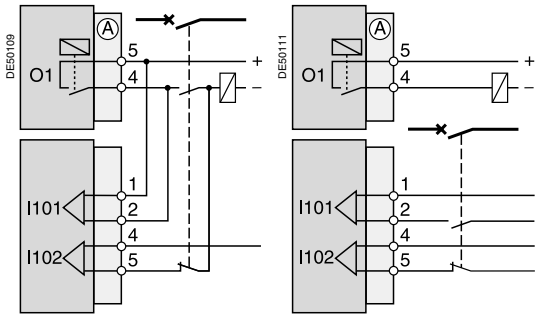
Temporización	
Ajuste	de 0,15 s a 300 s.
Precisión	± 2% o ± 25 ms
Resolución	10 ms
Inhibición de las protecciones 21B, 32P, 32Q, 37P, 40, 46, 51N, 64REF, 67N, 78PS	
Ajuste	Sin acción/inhibición

Entradas	
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**
Inhibición de la función	PCTS_x_113

Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida temporizada	PCTS_x_3	■
Defecto fase 1	PCTS_x_7	
Defecto fase 2	PCTS_x_8	
Defecto fase 3	PCTS_x_9	
Función inhibida	PCTS_x_16	

x : número de ejemplar:
1 = vías principales (I).
2 = vías adicionales (I).

Vigilancia del circuito de disparo
Código ANSI 74



Conexión para supervisión de una bobina de emisión.

Conexión sin supervisión de bobina.

Vigilancia del circuito de disparo y complementariedad

Funcionamiento

Esta vigilancia está destinada a los circuitos de disparo:

■ por bobina a emisión

La función detecta:

□ la continuidad del circuito

□ la pérdida de alimentación

□ la falta de complementariedad de los contactos de posición.

La función inhibe el cierre del aparato de corte.

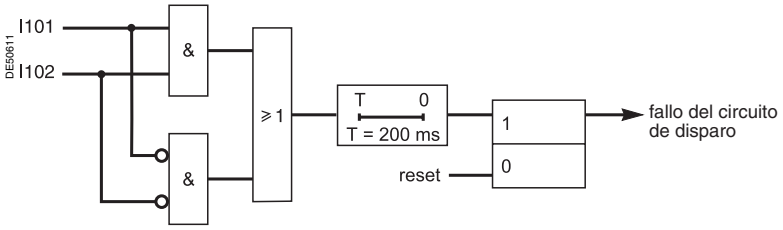
■ por bobina de falta de tensión

La función detecta:

□ la falta de complementariedad de los contactos de posiciones, la vigilancia de la bobina no es necesaria en este caso.

Se puede acceder a la información en la matriz (mensaje "circuito de disparo") y a través de la teleseñalización TS1.

Esquema de principio



Vigilancia de las órdenes de apertura y cierre

Funcionamiento

Después de una orden de cierre o de apertura del disyuntor, se comprueba, transcurrida una temporización de 200 ms, si el disyuntor ha cambiado de estado. Si el estado del disyuntor no cumple la última orden transmitida, se genera un mensaje de "fallo de control" y la TS2.

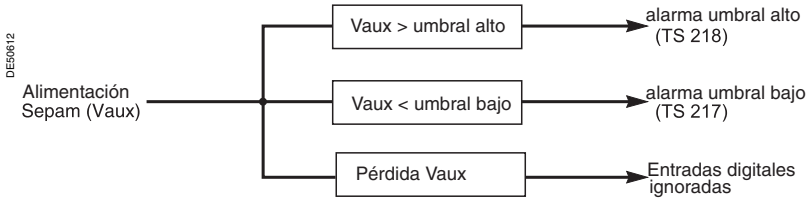
Vigilancia de la alimentación auxiliar

Funcionamiento

La alimentación auxiliar es un parámetro importante para el correcto funcionamiento de una cabina. Esta función permite vigilarla midiendo la tensión de alimentación del Sepam y comparándola con un umbral bajo y con un umbral alto. Si se sobrepasan estos umbrales se genera una alarma. La información correspondiente está disponible en la matriz.

Cuando se produce una pérdida de tensión auxiliar, esta función permite ignorar los cambios de estado de las salidas lógicas para que no se vean en un estado incorrecto. El estado que precede a la bajada de tensión se conserva hasta que vuelve la alimentación correcta. Es especialmente necesaria cuando la alimentación del Sepam y las entradas digitales es común, ya que si desaparece la alimentación, el Sepam sigue funcionando durante 100 ms con su reserva de energía mientras que las entradas digitales ya no se alimentan.

Esquema de principio



Lectura

Se puede acceder a la tensión auxiliar:

- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Tensión auxiliar medida Vaux, Alarma de umbral bajo, Alarma de umbral alto	
Rango de medidas	de 20 a 275 Vcc
Unidad	V
Resolución	0,1 V
Precisión	±5%
Período de actualización	1 segundo (típico)
Tensión auxiliar nominal	
Ajuste	de 24 a 250 Vcc
Resolución	1 V
Precisión	±5%
Umbral bajo	
Ajuste	60 al 95% de Vnom (mínimo 20 V)
Resolución	1 V
Precisión	±5%
Umbral alto	
Ajuste	105 al 150% de Vnom (máximo 275 V)
Resolución	1 V
Precisión	±5%
Entradas digitales ignoradas por pérdida de Vaux	
Ajuste	Sí / No

Total de amperios cortados Número de maniobras

Total de amperios cortados

Funcionamiento

Esta función proporciona, para cinco rangos de corriente, el total de kilo-amperios cortados, expresado en $(kA)^2$.
Se basa en la medida del fundamental en las vías principales (I).
Los rangos de intensidad son los siguientes:
- 0 < I < 2 In
- 2 In < I < 5 In
- 5 In < I < 10 In
- 10 In < I < 40 In
- I > 40 In.

Esta función proporciona igualmente el total acumulado de kilo-amperios cortados, expresado en $(kA)^2$.
Cada valor se guarda en caso de interrupción de alimentación auxiliar.
Se pueden introducir valores iniciales con ayuda del software SFT2841 para tener en cuenta el estado real de un aparato de corte usado.
Consultar la documentación del aparato de corte para la explotación de estas informaciones.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango	de 0 a 65.535 $(kA)^2$
Unidad	$(kA)^2$ primario
Resolución	1 $(kA)^2$
Precisión *(1)*	± 10%, ± 1 dígito

(1) *A In, en las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Número de maniobras

Funcionamiento

Esta función proporciona el número total de maniobras del aparato de corte.
Se activa mediante el mando de disparo (relé O1).
El número de maniobras se guarda en caso de interrupción de la alimentación auxiliar
Se puede reiniciar con el software SFT2841.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango	de 0 a 4.10^9
Unidad	sin
Resolución	1
Período de refresco	1 segundo (típico)

Tiempo de maniobra
Tiempo de rearme

Tiempo de maniobra

Funcionamiento

Esta función proporciona el valor del tiempo de maniobra en la apertura de un aparato de corte(1) determinado a partir de la orden de apertura (relé O1) y el cambio de estado del contacto de posición del aparato abierto conectado a la entrada I101(2). Este valor se guarda en caso de interrupción de alimentación auxiliar.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

(1) *Consultar la documentación del aparato de corte para la explotación de estas informaciones.*
(2) *Módulo opcional MES120.*

Características

Rango de medidas	de 20 a 100
Unidad	ms
Resolución	1 ms
Precisión	±1 ms típica
Formato del visualizador	3 cifras significativas

Tiempo de rearme

Funcionamiento

Esta función ofrece el valor del tiempo de rearme del mando de un aparato de corte(1) determinado a partir del contacto de cambio de estado de la posición cerrada del aparato y del contacto de fin de rearme cableados en las entradas digitales(2) del Sepam.
Este valor se guarda en caso de interrupción de alimentación auxiliar.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

(1) *Consultar la documentación del aparato de corte para la explotación de estas informaciones.*
(2) *Módulo opcional MES120.*

Características

Rango de medidas	1 a 20
Unidad	S:
Resolución	1s
Precisión	±0,5 s
Formato del visualizador	3 cifras significativas

Número de desconexiones

Funcionamiento

Esta función contabiliza las desconexiones del interruptor automático o el contactor. Esta información se puede utilizar para el mantenimiento del aparato de corte.
La posición "desenchufado" del aparato de corte debe conectarse a una entrada digital y parametrizarse en el software SFT2841 para poder contar cada desenchufado.
El número de desconexiones se guarda en caso de interrupción de la alimentación auxiliar. Se puede reiniciar con el software SFT2841.

Lectura

Se puede acceder a esta medida:
- en el visualizador en IHM avanzado mediante la tecla
- en la pantalla de un PC con el software SFT2841
- mediante la comunicación

Características

Rango de medidas	de 0 a 65.535
Unidad	sin
Resolución	1
Período de actualización	1 segundo (típico)

Índice

Rangos de ajuste **52**

Velocidad máxima **56**
Código ANSI 12 56

Velocidad mínima **57**
Código ANSI 14 57

Impedancia mínima **58**
Código ANSI 21B 58

Sobreexcitación (V / Hz) **59**
Código ANSI 24 59

Mínima tensión (F-F o F-N) **61**
Código ANSI 27 61

Mínima tensión directa y control del sentido de rotación de las fases **62**
Código ANSI 27D 62

Mínima tensión remanente **63**
Código ANSI 27R 63

Mínima tensión residual tercer armónico **64**
Código ANSI 27TN/64G2 64

Máxima potencia activa direccional **68**
Código ANSI 32P 68

Máxima potencia reactiva direccional **69**
Código ANSI 32Q 69

Mínima corriente de fase **70**
Código ANSI 37 70

Mínima potencia activa direccional **71**
Código ANSI 37P 71

Control de temperatura **72**
Código ANSI 38/49T 72

Pérdida de excitación **73**
Código ANSI 40 73

Máximo de componente inversa **75**
Código ANSI 46 75

Máximo de tensión inversa **78**
Código ANSI 47 78

Arranque demasiado largo, bloqueo del rotor **79**
Código ANSI 48/51LR 79

Imagen térmica de cable **81**
Código ANSI 49RMS 81

Imagen térmica de máquina **86**
Código ANSI 49 RMS 86

Fallo del disyuntor **96**
Código ANSI 50BF 96

Puesta en tensión accidental **98**
Código ANSI 50/27 98

Máxima intensidad de fase **100**
Código ANSI 50/51 100

Máxima corriente de tierra **102**
Código ANSI 50N/51N o 50G/51G 102

Máxima intensidad de fase con retención de tensión **104**
Código ANSI 50V/51V 104

Índice

Máxima tensión (L-L o L-N) **106**
Código ANSI 59 106
Máxima tensión residual **107**
Código ANSI 59N 107
100% masa estator **108**
Código ANSI 64G 108
Diferencial de tierra restringida **109**
Código ANSI 64REF 109
Limitación del número de arranques **111**
Código ANSI 66 111
Máxima intensidad de fase direccional **112**
Código ANSI 67 112
Máxima intensidad de tierra direccional **115**
Código ANSI 67N/67NC 115
Pérdida de sincronismo **120**
Código ANSI 78PS 120
Reenganchador **124**
Código ANSI 79 124
Máxima frecuencia **128**
Código ANSI 81H 128
Mínima frecuencia **129**
Código ANSI 81L 129
Diferencial de máquina **130**
Código ANSI 87M 130
Diferencial del transformador **132**
Código ANSI 87T 132
Generalidades **134**
Curvas de disparo 134

Funciones	Ajustes		Temporizaciones
ANSI 50/51 - Máxima intensidad de fase			
	Temporización de disparo	**Temporización de mantenimiento**	
Curva de disparo	Tiempo independiente	DT	
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT (1)	DT	
	RI	DT	
	CEI: SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT o IDMT	
	IEEE: MI (D), VI (E), EI (F)	DT o IDMT	
	IAC: I, VI, EI	DT o IDMT	
	Personalizada	DT	
Umbral Is	0,05 a 24 In	Tiempo independiente	Inst; de 0,05 s a 300 s
	0,05 a 2,4 In	Tiempo dependiente	de 0,1 a 12,5 s a 10 Is
Tiempo de mantenimiento	Tiempo independiente (DT; timer hold)		Inst; de 0,05 s a 300 s
	Tiempo dependiente (IDMT; reset time)		de 0,5 s a 20 s.
Origen de la medida	Vías principales (I)		
	Vías adicionales (I')		
Confirmación	Sin		
	Por máxima tensión inversa		
	Por mínima tensión compuesta		
ANSI 50N/51N o 50G/51G - Máxima corriente de tierra			
	Temporización de disparo	**Temporización de mantenimiento**	
Curva de disparo	Tiempo independiente	DT	
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT (1)	DT	
	RI	DT	
	CEI: SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT o IDMT	
	IEEE: MI (D), VI (E), EI (F)	DT o IDMT	
	IAC: I, VI, EI	DT o IDMT	
	Personalizada	DT	
Umbral Is0	0,01 a 15 In0 (mín. 0,1 A)	Tiempo independiente	Inst; de 0,05 s a 300 s
	0,01 a 1 In0 (mín. 0,1 A)	Tiempo dependiente	0,1 s a 12,5 s a 10 Is0
Tiempo de mantenimiento	Tiempo independiente (DT; timer hold)		Inst; de 0,05 s a 300 s
	Tiempo dependiente (IDMT; reset time)		de 0,5 s a 20 s.
Origen de la medida	Entrada I0		
	Entrada I'0		
	Suma de las corrientes de fase I0Σ		
	Suma de las corrientes de fase I'0Σ		
ANSI 50 BF – Protección contra los fallos de los disyuntores			
Presencia de corriente	0,4 a 2 In		
Tiempo de funcionamiento	de 0,05 s a 3 s.		
ANSI 46 - Máxima componente inversa			
Curva de disparo	Tiempo independiente		
	Schneider Electric		
	CEI: SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C		
	IEEE: MI (D), VI (E), EI (F)		
	RIΣ (constante de ajuste de 1 a 100)		
Umbral Is	0,1 a 5 Ib	Tiempo independiente	0,1 a 300 s.
	0,1 a 0,5 Ib (Schneider Electric)	Tiempo dependiente	0,1 a 1s
	0,1 a 1 Ib (CEI, IEEE)		
	0,03 a 0,2 Ib (RIΣ)		
Origen de la medida	Vías principales (I)		
	Vías adicionales (I')		

(1)*Disparo a partir de 1,2 Is.*

Funciones	Ajustes		Temporizaciones	
ANSI 49RMS – Imagen térmica de la máquina			**Régimen 1**	**Régimen 2**
Coeficiente de componente inverso		0 - 2,25 - 4,5 - 9		
Constante de tiempo	Calentamiento		T1: de 1 a 600 mn	T1: de 1 a 600 mn
	Enfriamiento		T2: de 5 a 600 mn.	T2: de 5 a 600 mn.
Umbral de alarma y disparo (ES1 y ES2)		0 al 300% del calentamiento nominal		
Calentamiento inicial (ES0)		del 0 al 100%		
Condición para cambiar de régimen		por entrada lógica		
		por umbral Is ajustable de 0,25 a 8 Ib		
Temperatura máx. del equipo		de 60 a 200 ˚C		
Origen de la medida	Vías principales (I)			
	Vías adicionales (I')			
ANSI 49RMS – Imagen térmica del cable				
I admisible	1 a 1,73 Ib			
Constante de tiempo T1	de 1 a 600 mn			
ANSI 64REF – Diferencial de tierra restringida				
Umbral Is0	0,05 a 0,8 In (In ⩾ 20 A)			
	0,1 a 0,8 In (In < 20 A)			
Origen de la medida	Vías principales (I, I0)			
	Vías adicionales (I', I'0)			
ANSI 87T – Diferencial de transformador				
Umbral Ids	30 al 100% In1			
Característica de porcentaje Id/It	del 15 al 50%			
ANSI 87M – Diferencial de máquina				
Umbral Ids	0,05 a 0,5 In (In ⩾ 20 A)			
	0,1 a 0,5 In (In < 20 A)			
ANSI 67 - Máxima intensidad de fase direccional				
Ángulo característico	30˚, 45˚, 60˚			
	Temporización de disparo	**Temporización de mantenimiento**		
Curva de disparo	Tiempo independiente	DT		
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT (1)	DT		
	RI	DT		
	CEI: SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT o IDMT		
	IEEE: MI (D), VI (E), EI (F)	DT o IDMT		
	IAC: I, VI, EI	DT o IDMT		
	Personalizada	DT		
Umbral Is	0,1 a 24 In	Tiempo independiente	Inst; de 0,05 s a 300 s	
	0,1 a 2,4 In	Tiempo dependiente	de 0,1 a 12,5 s a 10 Is	
Tiempo de mantenimiento	Tiempo independiente (DT; timer hold)		Inst; de 0,05 s a 300 s	
	Tiempo dependiente (IDMT; reset time)		de 0,5 s a 20 s.	
ANSI 67N/67NC – Máxima corriente de tierra direccional, de proyección (tipo 1)				
Ángulo característico	-45˚, 0˚, 15˚, 30˚, 45˚, 60˚, 90˚			
Umbral Is0	0,01 a 15 In0 (mín. 0,1 A)	Tiempo independiente	Inst; de 0,05 s a 300 s	
Umbral Vs0	del 2 al 80% de Unp			
Tiempo de memoria	Duración T0mem	de 0,05 s a 300 s.		
	Umbral de validez Vo memorizada	0; del 2 al 80% de Unp		
Origen de la medida	Entrada I0			
	Entrada I'0			
ANSI 67N/67NC – Máxima corriente de tierra direccional, según el módulo de Io (tipo 2)				
Ángulo característico	-45˚, 0˚, 15˚, 30˚, 45˚, 60˚, 90˚			
	Temporización de disparo	**Temporización de mantenimiento**		
Curva de disparo	Tiempo independiente	DT		
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT (1)	DT		
	RI	DT		
	CEI: SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT o IDMT		
	IEEE: MI (D), VI (E), EI (F)	DT o IDMT		
	IAC: I, VI, EI	DT o IDMT		
	Personalizada	DT		
Umbral Is0	0,01 a 15 In0 (mín. 0,1 A)	Tiempo independiente	Inst; de 0,05 s a 300 s	
	0,01 a 1 In0 (mín. 0,1 A)	Tiempo dependiente	0,1 s a 12,5 s a 10 Is0	
Umbral Vs0	del 2 al 80% de Unp			
Tiempo de mantenimiento	Tiempo independiente (DT; timer hold)		Inst; de 0,05 s a 300 s	
	Tiempo dependiente (IDMT; reset time)		de 0,5 s a 20 s.	
Origen de la medida	Entrada I0			
	Entrada I'0			
	Suma de las corrientes de fase I0Σ			

(1)*Disparo a partir de 1,2 Is.*

Funciones	Ajustes		Temporizaciones
ANSI 32P - Máxima potencia activa direccional			
	del 1 al 120% de Sn(2)		de 0,1 s a 300 s.
ANSI 32Q - Máxima potencia reactiva direccional			
	del 5 al 120% de Sn(2)		de 0,1 s a 300 s.
ANSI 37P – Mínima potencia activa direccional			
	del 5 al 100% de Sn(2)		de 0,1 s a 300 s.
ANSI 37 - Mínima intensidad de fase			
	0,05 a 1 Ib		de 0,05 s a 300 s.
ANSI 48/51LR - Arranque demasiado largo / bloqueo rotor			
	0,1 a 5 Ib	Duración del arranque ST	de 0,5 s a 300 s.
		Temporizaciones LT y LTS	de 0,05 s a 300 s.
ANSI 66 - Limitación del número de arranques			
Número total de arranques por período	1 a 60	Período	de 1 a 6 h
Número de arranques sucesivos	1 a 60	T parada/arranque	de 0 a 90 mn.
ANSI 40 - Pérdida de excitación (impedancia mínima)			
Punto común: Xa	0,02 Vn/Ib a 0,2 Vn/Ib + 187,5 kΩ		
Círculo 1: Xb	0,2 Vn/Ib a 1,4 Vn/Ib + 187,5 kΩ		0,05 a 300 s.
Círculo 2: Xc	0,6 Vn/Ib a 3 Vn/Ib + 187,5 kΩ		0,1 a 300 s.
ANSI 78PS – Pérdida de sincronismo			
Temporización (ley de áreas)	0,1 a 300 s.		
Número máximo de revoluciones (inversión de potencia)	1 a 30		
Duración entre 2 inversiones de potencia	de 1 a 300 s		
ANSI 12 - Máxima velocidad			
	del 100 al 160% de Ωn		de 1 a 300 s
ANSI 14 – Mínima velocidad			
	del 10 al 100% de Ωn		de 1 a 300 s
ANSI 50V/51V - Máxima corriente de fase con retención de tensión			
	Temporización de disparo	**Temporización de mantenimiento**	
Curva de disparo	Tiempo independiente	DT	
	SIT, LTI, VIT, EIT, UIT (1)	DT	
	RI	DT	
	CEI: SIT/A, LTI/B, VIT/B, EIT/C	DT o IDMT	
	IEEE: MI (D), VI (E), EI (F)	DT o IDMT	
	IAC: I, VI, EI	DT o IDMT	
	Personalizada	DT	
Umbral Is	0,5 a 24 In	Tiempo independiente	Inst; de 0,05 s a 300 s
	0,5 a 2,4 In	Tiempo dependiente	de 0,1 a 12,5 s a 10 Is
Tiempo de mantenimiento	Tiempo independiente (DT; timer hold)		Inst; de 0,05 s a 300 s
	Tiempo dependiente (IDMT; reset time)		de 0,5 s a 20 s.
Origen de la medida	Vías principales (I)		
	Vías adicionales (I')		
ANSI 21B – Mínima impedancia			
Impedancia Zs	0,05 a 2,00 Vn/Ib		
ANSI 50/27 – Puesta en tensión accidental			
Umbral Is	0,05 a 4 In		
Umbral Vs	10 al 100% Unp		T1: de 0 a 10 s
			T2: de 0 a 10 s
ANSI 27TN/64G2 – Mínima tensión residual tercer armónico			
Umbral Vs (umbral fijo)	del 0,2 al 20% de Vnp		de 0,5 a 300 s.
Umbral K (umbral flexible)	0,1 a 0,2		de 0,5 a 300 s.
Tensión directa mínima	del 50 al 100% de Unp		
Potencia aparente mínima	1 al 90% de Sb (Sb = √3.Un.Ib)		

(1) *Disparo a partir de 1,2 Is.*
(2) *Sn = √3 .In.Unp.*

Funciones	Ajustes		Temporizaciones
ANSI 24 - Sobreexcitación (V/Hz)			
Curva de disparo	Tiempo independiente		
	Tiempo dependiente de tipo A, B o C		
Umbral S	1,03 a 2 pu	Tiempo independiente	0,1 a 20000 s.
		Tiempo dependiente	0,1 a 1250 s.
ANSI 27D - Mínima tensión directa			
	del 15 al 60% de Unp		0,05 a 300 s.
ANSI 27R - Mínima tensión remanente			
	del 5 al 100% de Unp		0,05 a 300 s.
ANSI 27 - Mínima tensión (L-L) o (L-N)			
Curva de disparo	Tiempo independiente		
	Tiempo dependiente		
Umbral	5 al 100% de Unp o Vnp		0,05 a 300 s.
ANSI 59 - Máxima tensión (L-L) o (L-N)			
	del 50 al 150% de Unp o Vnp		0,05 a 300 s.
ANSI 59N - Máxima tensión residual			
Curva de disparo	Tiempo independiente		
	Tiempo dependiente		
Umbral	del 2 al 80% de Unp	Tiempo independiente	0,05 a 300 s.
	del 2 al 10% de Unp	Tiempo dependiente	0,1 a 100 s.
ANSI 47 - Máxima tensión inversa			
	del 1 al 50% de Unp		0,05 a 300 s.
ANSI 81H – Máxima frecuencia			
	50 a 55 Hz ó 60 a 65 Hz		0,1 a 300 s.
ANSI 81L - Mínima frecuencia			
	45 a 50 Hz ó 55 a 65 Hz		0,1 a 300 s.

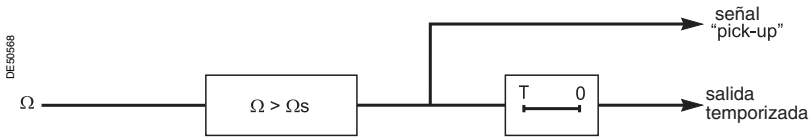
Velocidad máxima
Código ANSI 12

Detección de las sobrevelocidades de la máquina para la protección de los generadores o los procesos.

Funcionamiento

Detección de las sobrevelocidades de la máquina para detectar excesos de velocidad de generadores síncronos debidos a la pérdida de sincronismo o para controlar el proceso, por ejemplo.
El cálculo de la velocidad de rotación se basa en la medida del tiempo entre los impulsos generados por un detector de proximidad al paso de una o varias levas arrastradas por la rotación del eje del motor o del generador (ver una descripción más detallada en el capítulo sobre medida page 27).
Los parámetros de adquisición de la velocidad deben ajustarse en la pestaña "Características particulares" del software SFT2841.
La entrada lógica I104 debe configurarse con la función "Medida de velocidad del rotor" para poder utilizar esta función.
La protección se activa si la velocidad medida supera el umbral de velocidad.
La protección incluye una temporización T a tiempo independiente (constante).

Esquema de principio



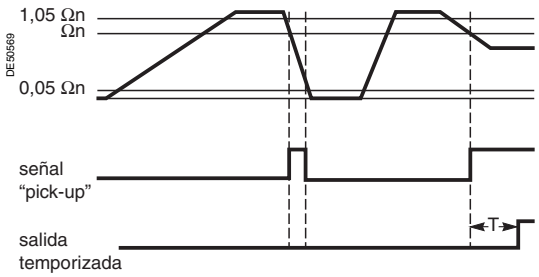
Características

Ajustes		
Umbral Ωs		
Rango de ajuste	del 100 al 160% de Ωn	
Precisión(1)	±2%	
Resolución	1%	
Porcentaje de liberación	95%	
Temporización T		
Rango de ajuste	de 1 s a 300 s.	
Precisión(1)	±25 ms o ± (60.000/Ωs (2) x R (3)) ms	
Resolución	1 s	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P12_x_101	
Inhibición de la protección	P12_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P12_x_1	
Salida temporizada	P12_x_3	■
Protección inhibida	P12_x_16	

x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
(2) *Ωs en rpm.*
(3) *R: número de referencia (leva) por vuelta.*

Velocidad mínima
Código ANSI 14

Vigilancia de las subvelocidades y detección de bloqueos del rotor.

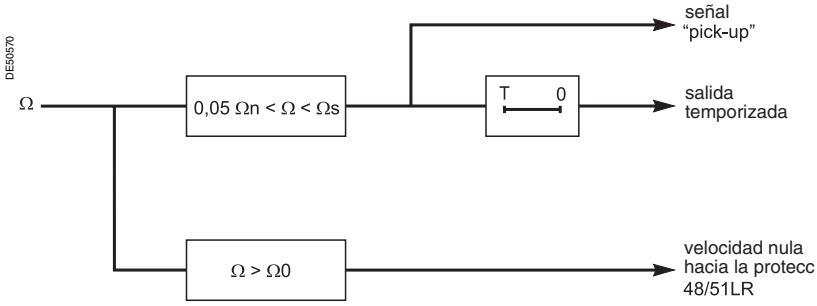


Funcionamiento

Control de la velocidad de una máquina:
- detección de las subvelocidades de la máquina tras el arranque, para controlar el proceso, por ejemplo
- información de velocidad nula para la detección de un bloqueo del rotor.

El cálculo de la velocidad de rotación se basa en la medida del tiempo entre los impulsos generados por un detector de proximidad al paso de una o varias levas arrastradas por la rotación del eje del motor o del generador (ver una descripción más detallada en el capítulo sobre medida pág. 27).
Los parámetros de adquisición de la velocidad y de detección de la velocidad nula deben ajustarse en la pestaña "Características particulares" del software SFT2841.
La entrada lógica I104 debe configurarse con la función "Medida de velocidad del rotor" para poder utilizar esta función.
La protección se activa si la velocidad medida vuelve a pasar por debajo del umbral de velocidad habiéndolo previamente superado en un 5%. La velocidad nula se detecta con el ejemplar 1 y sirve a la protección 48/51LR para detectar un bloqueo del rotor.
La protección incluye una temporización T a tiempo independiente (constante).

Esquema de principio



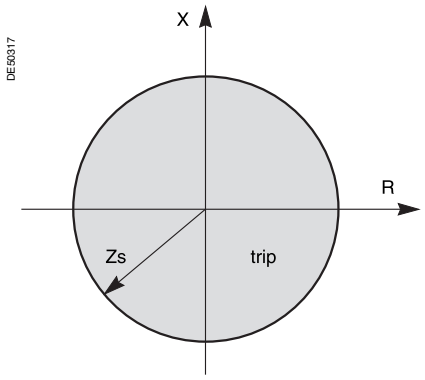
Características

Ajustes		
Umbral Ωs		
Rango de ajuste	del 10 al 100% de Ωn	
Precisión(1)	±2%	
Resolución	1%	
Porcentaje de liberación	105%	
Temporización T		
Rango de ajuste	de 1 s a 300 s.	
Precisión(1)	±25 ms o ± (60.000/Ωs (2) x R (3)) ms	
Resolución	1 s	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P14_x_101	
Inhibición de la protección	P14_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P14_x_1	
Salida temporizada	P14_x_3	■
Protección inhibida	P14_x_16	
Velocidad nula	P14_1_38	

x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
(2) *Ωs en rpm.*
(3) *R: número de referencia (leva) por vuelta.*

Impedancia mínima
Código ANSI 21B

Protección de los generadores contra los cortocircuitos entre fases.

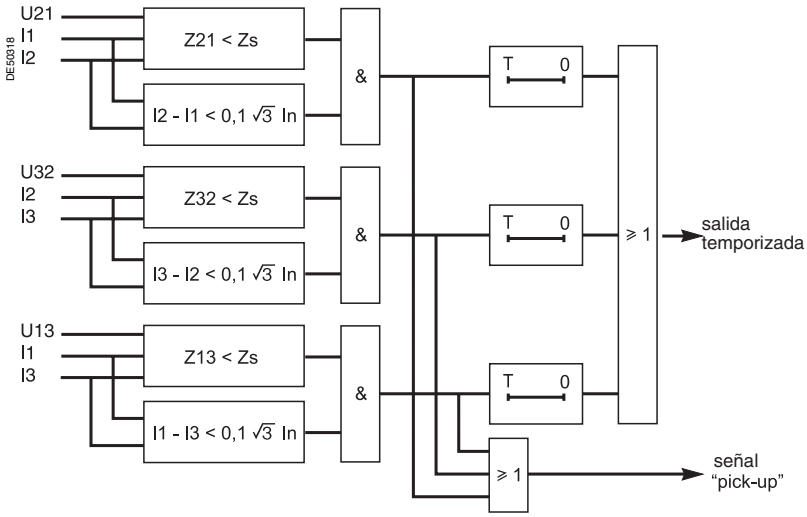


Funcionamiento

La protección se compone de una característica circular de disparo en el plano de impedancia (R, X), temporizada a tiempo independiente (constante, DT).
Se activa cuando una de las impedancias aparentes entre fases entra en la característica de disparo.
Impedancias aparentes:

$$\vec{Z}_{21} = \frac{\vec{U}_{21}}{\vec{I}1 - \vec{I}2}, \vec{Z}_{32} = \frac{\vec{U}_{32}}{\vec{I}2 - \vec{I}3}, \vec{Z}_{13} = \frac{\vec{U}_{13}}{\vec{I}3 - \vec{I}1}.$$

Esquema de principio



Características

Ajustes		
Umbral de impedancia Zs		
Rango de ajuste	0,05Vn/Ib ⩽ Zs ⩽ 2 Vn/Ib o 0,001 Ω	
Precisión(1)	±2%	
Resolución	0,001 Ω o 1 dígito	
Porcentaje de liberación	105%	
Temporización		
Rango de ajuste	200 ms ⩽ T ⩽ 300 s	
Precisión(1)	± 2% o de -10 ms a +25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Tiempos característicos(1)		
Tiempo de funcionamiento	Pick-up < 35 ms desde el infinito hasta Zs/2 (típico 25 ms)	
Tiempo de rebasamiento	< 40 ms	
Tiempo de retorno	< 50 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P21B_1_101	
Inhibición de la protección	P21B_1_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P21B_1_1	
Salida temporizada	P21B_1_3	■
Protección inhibida	P21B_1_16	

(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Ejemplo: generador síncrono

Datos del generador síncrono:
- S = 3,15 MVA
- Un1 = 6,3 kV
- Xd = 233%
- X'd = 21%.

Ajuste de la protección

Para ajustar la protección, es necesario calcular la impedancia de referencia del generador:
- Ib = S/(√3 Un1) = 289 A
- Zn = Un1/ (√3 Ib) = 12,59 Ω.

Normalmente, la característica de disparo se ajusta en el 30% de la impedancia de referencia del generador:
Zs = 0,30 x Zn = 3,77 Ω.
Esta protección se utiliza como complemento de las demás protecciones. Por lo tanto, se ajusta de forma selectiva con respecto a las demás protecciones.
T = 0,9 s, por ejemplo, para una red en la que la eliminación de defectos se realiza en 0,6 s.

Sobreexcitación (V / Hz)
Código ANSI 24

Protección de los circuitos magnéticos, los transformadores y los generadores.

Funcionamiento

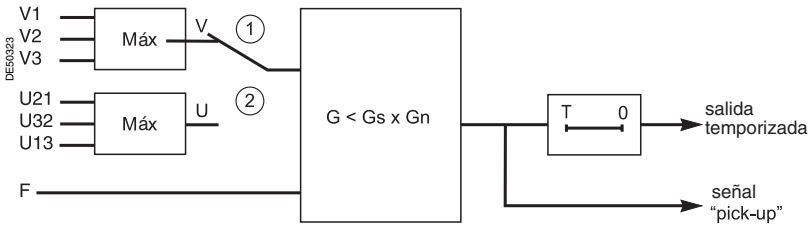
Protección que detecta la sobreexcitación de los circuitos magnéticos de un transformador o de un generador calculando la relación entre la más alta tensión simple o compuesta dividida por la frecuencia.

El sobreflujo de los circuitos magnéticos tiene como origen la utilización de la máquina a una tensión excesiva o a una frecuencia insuficiente. Provoca la saturación de los materiales magnéticos, lo que se traduce por un aumento del calentamiento. En los peores casos, un flujo de fuga importante puede aparecer y deteriorar gravemente los materiales próximos al circuito magnético.

La protección se dispara cuando la relación U/f o V/f, según el acoplamiento de la máquina, es superior al umbral. Está temporizada a tiempo independiente (constante o DT) o a tiempo dependiente según 3 curvas.

El umbral de disparo típico es de 1,05 pu.

Esquema de principio



dondeG = U/f o V/f según el acoplamiento de la máquina
G = Un/fn o Vn/fn según la tensión utilizada
Gs: el umbral.

(1) *tensión simple utilizada, ver la tabla siguiente.*

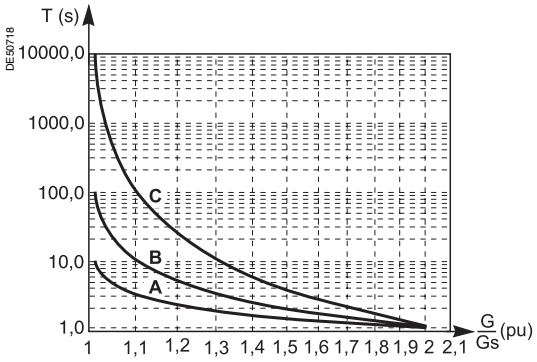
(2) *tensión compuesta utilizada, ver la tabla siguiente.*

Acoplamiento de la máquina

Este ajuste permite adaptar la medida de la tensión utilizada por la protección al acoplamiento del circuito magnético en función de las medidas permitidas por el cableado del Sepam.

Tensión utilizada por la protección							
Cableado de los TT	**3V**	**2U + V0**	**2U**	**1U + V0**	**1U**	**1V + V0**	**1V**
Acoplamiento en triángulo	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(1)	(1)
Acoplamiento en estrella	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)	(1)	(1)

Sobreexcitación (V / Hz)
Código ANSI 24

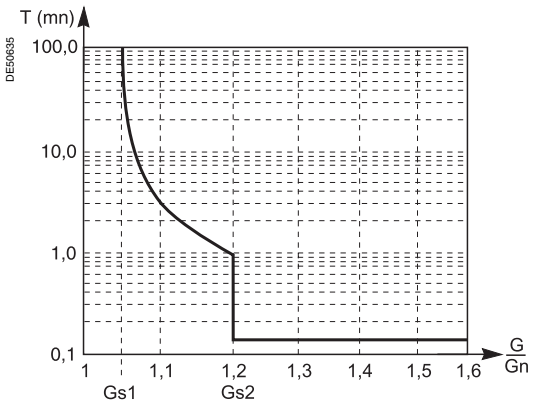


Curva de tiempo dependiente de la relación tensión/ frecuencia.

Características

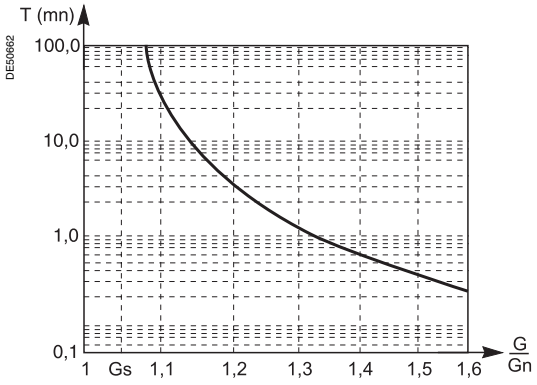
Ajustes			
Acoplamiento de la máquina			
Rango de ajuste		Triángulo / estrella	
Curva de disparo			
Rango de ajuste		Independiente Dependiente: tipo A, tipo B, tipo C	
Umbral Gs			
Rango de ajuste		de 1,03 a 2 pu (2)	
Precisión(1)		±2%	
Resolución		0,01 pu (2)	
Porcentaje de liberación		98%	
Temporización			
De tiempo independiente	Rango de ajuste	0,1 a 20000 s.	
	Precisión(1)	± 2% o de -10 ms a +25 ms	
De tiempo dependiente	Rango de ajuste	0,1 a 1250 s.	
	Precisión(1)	± 2% o de -10 ms a +25 ms	
Resolución		10 ms ó 1 dígito	
Tiempos característicos(1)			
Tiempo de funcionamiento		Pick-up < 35 ms	
Tiempo de rebasamiento		< 40 ms	
Tiempo de retorno		< 40 ms	
Entradas			
Rótulo		**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección		P24_x_101	
Inhibición de la protección		P24_x_113	
Salidas			
Rótulo		**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)		P24_x_1	
Salida temporizada		P24_x_3	■
Protección inhibida		P24_x_16	

x: número de ejemplar.
***(1)** En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
***(2)** 1 pu representa 1 vez G.*



Ejemplo 1: generador síncrono

Un generador está normalmente protegido con dos umbrales de disparo:
■ un umbral a tiempo dependiente, ajustado a 1,05 G con un tiempo largo.
Por ejemplo: curva tipo B, Gs1 = 1,05 y T1 = 8 s
■ un umbral a tiempo constante ajustado aproximadamente a 1,2 G con un tiempo de disparo de unos diez segundos.
Por ejemplo: tiempo constante, Gs2 = 1,2 y T2 = 5 s.



Ejemplo 2: transformador

Un transformador está normalmente protegido con un umbral de disparo a tiempo dependiente, ajustado a 1,05 G con un tiempo largo.
Por ejemplo: curva tipo C, Gs = 1,05 y T = 4 s.

Mínima tensión (F-F o F-N)
Código ANSI 27

Protección contra las bajadas de tensión en tensión simple o compuesta.

Funcionamiento

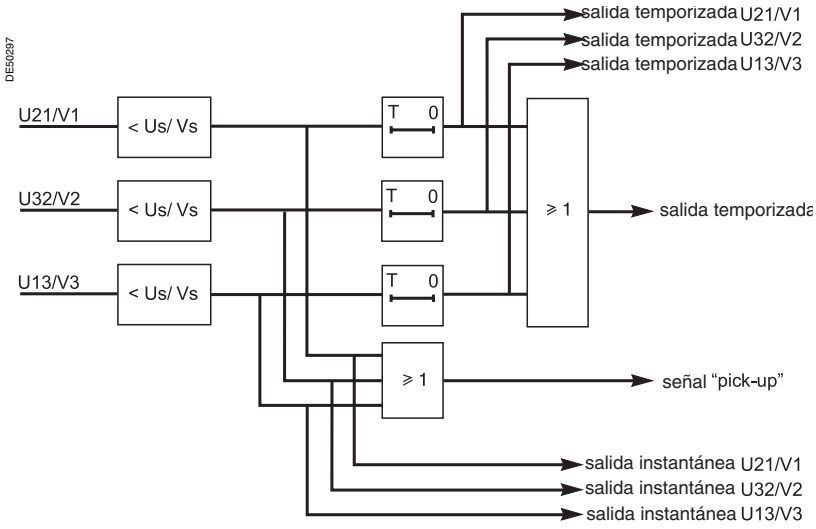
Protección de los motores contra una bajada de tensión o detección de una tensión de red demasiado baja, para disparar un automatismo de deslastrado o de transferencia de fuentes:
- es monofásica y funciona con tensión simple o compuesta
- incluye una temporización T de tiempo dependiente (DT) o independiente
- en funcionamiento con tensión simple, indica la fase con fallo en la alarma asociada al mismo.

El funcionamiento en tensión simple o compuesta depende de la conexión elegida para las entradas de tensión.

Condiciones de conexión					
Tipo de conexión	V1V2V3 (1)	U21/U32 + V0	U21/U32	U21 (1)	V1 (1)
Funcionamiento con tensión simple	SÍ	SÍ	NO	NO	En V1 únicamente
Funcionamiento con tensión compuesta	SÍ	SÍ	SÍ	En U21 únicamente	NO

(1) *Con o sin V0.*

Esquema de principio



Características

Ajustes		
Modo de obtención de la tensión		
Rango de ajuste	Tensión simple / compuesta	
Umbral Us/Vs		
Rango de ajuste	5% de Unp/Vnp al 100% de Unp/Vnp	
Precisión(1)	± 2% o 0,005 Unp	
Resolución	1%	
Porcentaje de liberación	97%	
Temporización T		
Rango de ajuste	50 ms a 300 s	
Precisión(1)	± 2% o ± 25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	Pick-up < 35 ms (25 ms típico)	
Tiempo de rebasamiento	< 40 ms	
Tiempo de retorno	< 40 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P27_x_101	
Inhibición de la protección	P27_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P27_x_1	
Salida temporizada	P27_x_3	■
Defecto de fase 1 (2)	P27_x_7	
Defecto de fase 2 (2)	P27_x_8	
Defecto de fase 3 (2)	P27_x_9	
Protección inhibida	P27_x_16	
Salida instantánea V1 o U21	P27_x_23	
Salida instantánea V2 o U32	P27_x_24	
Salida instantánea V3 o U13	P27_x_25	
Salida temporizada V1 o U21	P27_x_26	
Salida temporizada V2 o U32	P27_x_27	
Salida temporizada V3 o U13	P27_x_28	

x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
(2)*Cuando la protección se utiliza en tensión simple.*

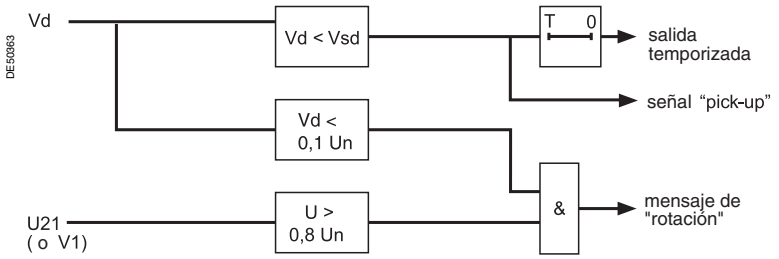
Mínima tensión directa y control del sentido de rotación de las fases
Código ANSI 27D

Protección de los motores contra una tensión incorrecta.

Funcionamiento

Protección de los motores contra un mal funcionamiento debido a una tensión insuficiente y desequilibrada. Se basa en la medida de la tensión directa Vd.
Incluye una temporización T de tiempo independiente (constante).
No funciona cuando se conecta sólo una tensión simple o compuesta.
Permite también detectar el sentido de rotación de las fases.
Se considera que el sentido de rotación de las fases es inverso si la tensión directa es inferior al 10% de Unp y si la tensión compuesta es superior al 80% de Unp.
En este caso, se genera el mensaje de alarma "ROTACIÓN-".

Esquema de principio



Características

Ajustes		
Umbral Vsd		
Rango de ajuste	del 15% de Unp al 60% de Unp	
Precisión(1)	± 2% o 0,005 Unp	
Resolución	1%	
Porcentaje de liberación	103%	
Temporización T		
Rango de ajuste	50 ms a 300 s	
Precisión(1)	± 2% o ± 25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	< 40 ms (Pick-up)	
Tiempo de rebasamiento	< 40 ms	
Tiempo de retorno	< 40 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P27D_x_101	
Inhibición de la protección	P27D_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P27D_x_1	
Salida temporizada	P27D_x_3	■
Protección inhibida	P27D_x_16	

x: número de ejemplar.
***(1)** En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

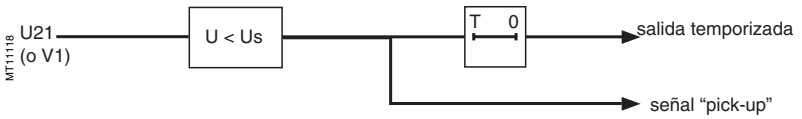
Mínima tensión remanente
Código ANSI 27R

Detección de la tensión mantenida por las máquinas giratorias.

Funcionamiento

Protección utilizada para controlar la desaparición de la tensión remanente mantenida por las máquinas giratorias antes de autorizar la puesta en tensión del juego de barras que las alimenta para evitar los transitorios eléctricos y mecánicos.
Esta protección es monofásica. Se activa si la tensión U21/V1 es inferior al umbral Us. Incluye una temporización a tiempo independiente (constante).

Esquema de principio



Características

Ajustes		
Umbral Us		
Rango de ajuste	del 5% de Unp al 100% de Unp	
Precisión(1)	± 5% o 0,005 Unp	
Resolución	1%	
Porcentaje de liberación	104%	
Temporización T		
Rango de ajuste	50 ms a 300 s	
Precisión(1)	± 2% o ± 25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	Pick-up < 40 ms	
Tiempo de rebasamiento	< 20 ms	
Tiempo de retorno	< 30 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P27R_x_101	
Inhibición de la protección	P27R_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P27R_x_1	
Salida temporizada	P27R_x_3	■
Protección inhibida	P27R_x_16	

x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Mínima tensión residual tercer armónico
Código ANSI 27TN/64G2

Protección de los generadores contra los fallos de aislamiento. Para asociar a una protección 59N o 51N, para realizar una protección 100% de masa de estátor (64G).

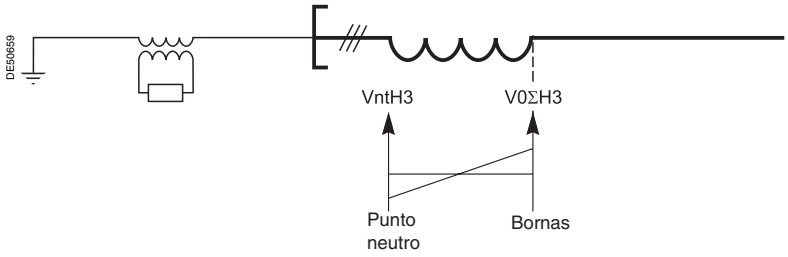
Funcionamiento

Protección de los generadores contra un fallo de aislamiento entre una fase y la tierra por detección de la bajada de tensión residual armónica de rango 3. Permite proteger del 10% al 20% del bobinado estatórico del lado del punto neutro.
La protección del 100% del bobinado se realiza asociándolo con una función 59N o 51N que protege del 85% al 95% del bobinado del lado de las bornas.

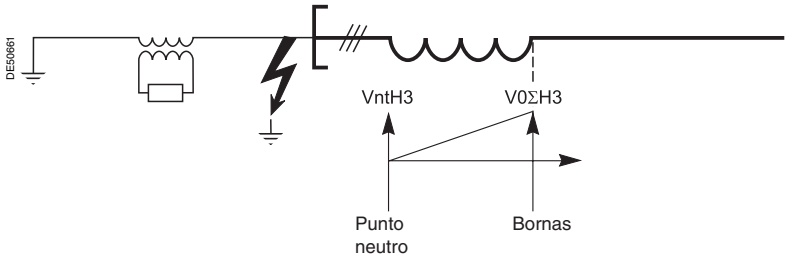
Debido a sus características geométricas, los generadores producen una tensión armónica de rango 3 (H3) que se superpone a la fuerza electromotriz fundamental. La amplitud de la tensión H3 puede variar entre el 0 y el 10% de Vn en función:
- de las características de la red y el generador
- de la carga del generador. Por lo general es más grande en plena carga que en vacío.

La tensión H3, sin defecto, debe ser como mínimo del 0,2% de Vn para poder utilizar la protección 27TN.

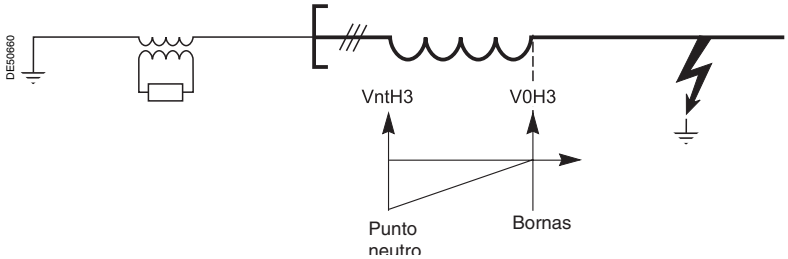
Tensión H3 sin defecto
En funcionamiento normal, la tensión H3 se mide a cada lado de los bobinados.



Tensión H3 con un defecto del lado del punto neutro
Cuando se produce un defecto monofásico en un bobinado estatórico próximo al punto neutro de la máquina, la impedancia de punto neutro está en cortocircuito, lo que conlleva una bajada de la tensión H3 del lado del punto neutro.



Tensión H3 con un defecto del lado de las barras
Un defecto monofásico en un bobinado estatórico próximo a las bornas de la máquina conlleva un aumento de la tensión H3 del lado del punto neutro.

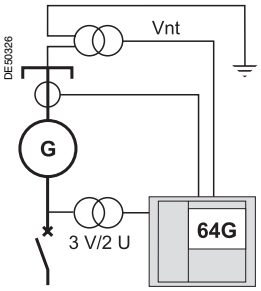


Una protección con mínima tensión H3 permite detectar la bajada de la tensión H3 debida a un defecto monofásico del lado del punto neutro.
En función de los sensores conectados, están disponibles dos tipos de umbrales de disparo:
- umbral fijo: disparo por mínima tensión H3 de punto neutro con un umbral fijo. Para el ajuste se necesitan medidas preliminares
- umbral flexible: disparo por mínima tensión H3 de punto neutro en función de un umbral cuyo valor depende de la tensión residual H3. Para el ajuste no se necesitan medidas preliminares.

Disponibilidad de los umbrales en función de los sensores conectados

Medidas de tensión		Principios disponibles	
TT punto neutro	TT bornas	27TN umbral fijo	27TN umbral flexible
-	Todos los cableados	-	-
■	V1 o U21	-	-
■	U21, U31	■	-
■	V1, V2, V3	■	■

Mínima tensión residual tercer armónico
Código ANSI 27TN/64G2
Umbral fijo



Funcionamiento (del umbral fijo)

El disparo temporizado a tiempo independiente se proporciona si el umbral de tensión H3 del punto neutro VntH3 es inferior al umbral de ajuste Vs.
La función sólo está operativa si la tensión H3 del punto neutro antes del fallo es superior al 0,2% de la tensión simple de la red.
La protección se inhibe si la potencia suministrada por el generador es baja o si la tensión directa es insuficiente.

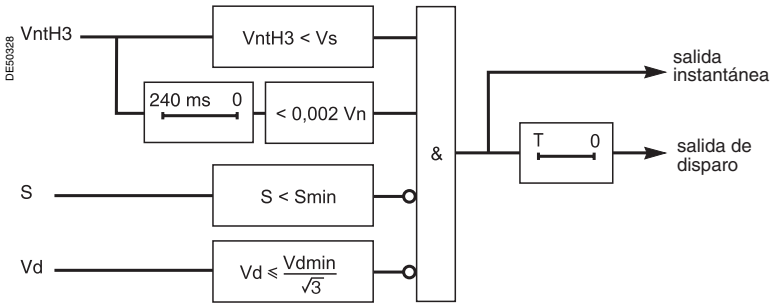
Instalación

La instalación de esta función se realiza después de una serie de medidas de la tensión H3 en el punto neutro del generador. Permiten determinar el valor más pequeño de la tensión H3 en régimen de funcionamiento sin fallo.
Las medidas deben realizarse:

- en vacío, no conectado a la red
- para diferentes niveles de carga, el nivel de tensión armónica 3 que depende de la carga.

El ajuste se realiza debajo del valor más pequeño de la tensión H3 medida.
El Sepam proporciona la medida de la tensión H3 en el punto neutro para facilitar la instalación de la protección.

Esquema de principio

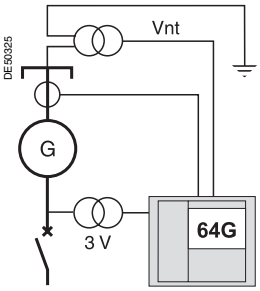


Características

Ajustes	
Tipo de umbral	
Rango de ajuste	Fija
Umbral de tensión armónica 3 Vs	
Rango de ajuste	del 0,2 al 20% de Vnp
Precisión (1)	±5% o ±0,05 V de Vnts punto neutro
Resolución	0,1%
Porcentaje de liberación	105%
Temporización	
Rango de ajuste	de 0,5 a 300 s.
Precisión (1)	± 2% o de -10 ms a +25 ms
Resolución	10 ms ó 1 dígito
Ajustes avanzados	
Umbral Smin	
Rango de ajuste	del 1% al 90% de $\sqrt{3}$.Unp.Ib
Precisión (1)	±5%
Resolución	1%
Porcentaje de liberación	105%
Umbral de mínima tensión directa	
Rango de ajuste	del 50% al 100% de Unp
Precisión (1)	±5%
Resolución	1%
Porcentaje de liberación	105%
Tiempos característicos(1)	
Tiempo de funcionamiento	Típico 140 ms de 2Vs a 0
Tiempo de rebasamiento	< 65 ms
Tiempo de retorno	< 65 ms
Entradas	
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**
Reset de la protección	P27TN/64G2_x_101
Inhibición de la protección	P27TN/64G2_x_113
Salidas	
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones** **Matriz**
Salida de disparo	P27TN/64G2_x_3 ■
Protección inhibida	P27TN/64G2_x_16
Salida instantánea	P27TN/64G2_x_23

x: número de ejemplar.
***(1)** En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Mínima tensión residual tercer armónico
Código ANSI 27TN/64G2
Umbral flexible



Funcionamiento (del umbral flexible)

La tensión H3 del lado de las bornas V0ΣH3 se compara con la tensión H3, VntH3, medida del lado del punto neutro.
La función calcula la tensión residual H3 a partir de las tres tensiones simples.
La utilización de la tensión residual H3 permite adaptar el umbral de disparo en función de un nivel de tensión H3 normal.
El disparo temporizado a tiempo independiente se proporciona cuando:

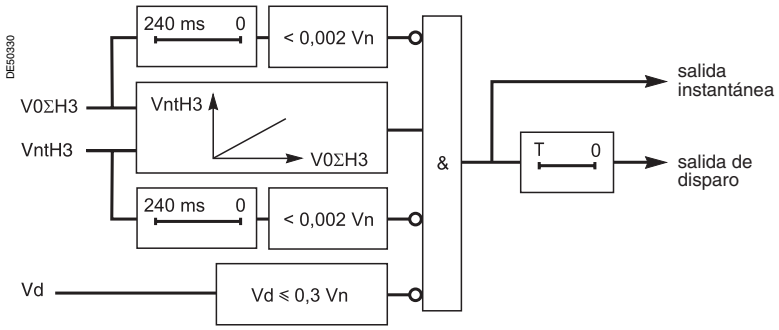
$$|\mathbf{VntH3}| \leqslant \frac{\mathbf{K}}{\mathbf{3(1-K)}} \times |\mathbf{V0\Sigma H3}| \ .$$

La función está operativa únicamente si la tensión H3 del punto neutro antes del fallo es superior al 0,2% de la tensión simple de la red y si la tensión directa es superior al 30% de la tensión simple.

Instalación

La función no necesita medidas especiales, pero en algunos casos puede resultar necesario adaptar el ajuste K.
El Sepam proporciona la medida de la tensión H3 en el punto neutro y la tensión residual H3 para facilitar la instalación de la protección.

Esquema de principio



Características

Ajustes		
Tipo de umbral		
Rango de ajuste	Flexible	
Temporización		
Rango de ajuste	de 0,5 a 300 s.	
Precisión (1)	± 2% o de -10 ms a +25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Ajustes avanzados		
Umbral K		
Rango de ajuste	0,1 a 0,2	
Precisión (1)	±1%	
Resolución	0,01	
Porcentaje de liberación	105%	
Tiempos característicos(1)		
Tiempo de funcionamiento	Típico 140 ms (2)	
Tiempo de rebasamiento	< 65 ms	
Tiempo de retorno	< 65 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P27TN/64G2_x_101	
Inhibición de la protección	P27TN/64G2_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida de disparo	P27TN/64G2_x_3	■
Protección inhibida	P27TN/64G2_x_16	
Salida instantánea	P27TN/64G2_x_23	

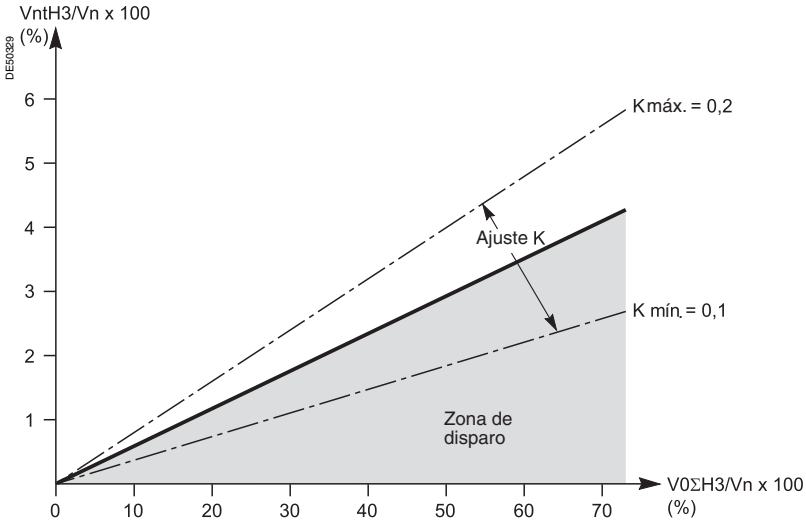
x: número de ejemplar.
***(1)** En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
***(2)** Medido para una variación de 2VntH3 a 0 con V0ΣH3 = 30%.*

Mínima tensión residual tercer armónico
Código ANSI 27TN/64G2
Umbral flexible

Curvas de $\frac{K}{3(1-K)} \times |V0\Sigma H3|$

Tabla de valores máximos de VntH3 (%)

K V0ΣH3 (%)	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
1	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08
2	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17
3	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25
4	0,15	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33
5	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,42
6	0,22	0,25	0,27	0,30	0,33	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50
7	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,55	0,58
8	0,30	0,33	0,36	0,40	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,53	0,67
9	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49	0,53	0,57	0,61	0,66	0,70	0,75
10	0,37	0,41	0,45	0,50	0,54	0,59	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83
15	0,56	0,62	0,68	0,75	0,81	0,88	0,95	1,02	1,10	1,17	1,25
20	0,74	0,82	0,91	1,00	1,09	1,18	1,27	1,37	1,46	1,56	1,67
25	0,93	1,03	1,14	1,25	1,36	1,47	1,59	1,71	1,83	1,95	2,08
30	1,11	1,24	1,36	1,49	1,63	1,76	1,90	2,05	2,20	2,35	2,50
40	1,48	1,65	1,82	1,99	2,17	2,35	2,54	2,73	2,93	3,13	3,33
50	1,85	2,06	2,27	2,49	2,71	2,94	3,17	3,41	3,66	3,91	4,17
60	2,22	2,47	2,73	2,99	3,26	3,53	3,81	4,10	4,39	4,69	4,10
70	2,59	2,88	3,18	3,49	3,80	4,12	4,44	4,78	5,12	5,47	5,83
80	2,96	3,30	3,64	3,98	4,34	4,71	5,08	5,46	5,85	6,26	6,67
90	3,33	3,71	4,09	4,48	4,88	5,29	5,71	6,14	6,59	7,04	7,50

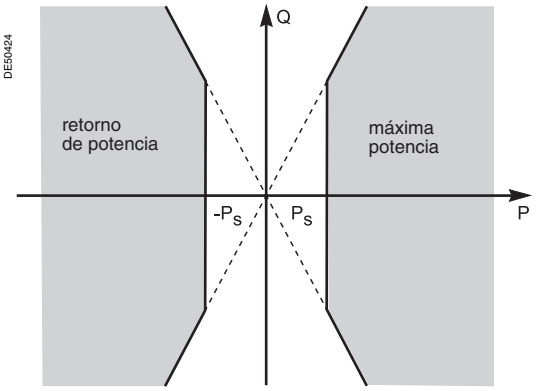


Máxima potencia activa direccional
Código ANSI 32P

Protección contra los retornos de potencia o las sobrecargas.

Funcionamiento

Protección bidireccional basada en el valor de la potencia activa calculada, adaptada a las aplicaciones siguientes:
- protección de máxima potencia activa para la detección de situaciones de sobrecarga y poder llevar a cabo acciones de deslastrado
- protección de retorno de potencia activa para la protección:
  - de un generador evitando el funcionamiento como motor cuando el generador consume potencia activa
  - de un motor evitando el funcionamiento como generador cuando el motor proporciona potencia activa.



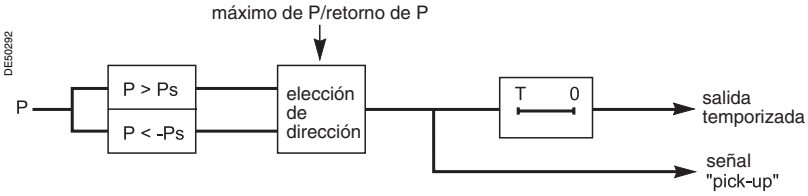
Zona de funcionamiento.

Esta protección se activa cuando la potencia activa que circula en cualquiera de las dos direcciones (suministrada o absorbida) es superior al umbral Ps.
Incluye una temporización T de tiempo independiente (constante).
Se basa en el método de los tres o dos vatímetros según las condiciones de conexión:
- V1V2V3 e I1I2I3: 3 vatímetros
- V1V2V3 e I1I3: 2 vatímetros
- U21/U32 + V0 e I1I2I3: 3 vatímetros
- U21/U32 + V0 e I1I3: 2 vatímetros
- U21/U32 sin V0: 2 vatímetros
- otros casos: protección no disponible.

La función sólo es operativa si se respeta la siguiente condición:
P ⩾ 3,1% Q lo que permite obtener una gran sensibilidad y una gran estabilidad en caso de cortocircuito.
El signo de la potencia se determina en función del parámetro general de salida o llegada respetando la convención:
- para el circuito de salida:
  - una potencia exportada por el juego de barras es positiva
  - una potencia suministrada al juego de barras es negativa

- para el circuito de llegada:
  - una potencia suministrada al juego de barras es positiva
  - una potencia exportada por el juego de barras es negativa.

Esquema de principio



Características

Ajustes		
Dirección de disparo		
Rango de ajuste	Máx. de potencia/retorno de potencia	
Umbral Ps		
Rango de ajuste	1% de Sn (2) al 120% de Sn (2)	
Precisión (1)	±0,3% Sn para Ps entre 1% Sn y 5% Sn ±5% Sn para Ps entre 40% Sn y 5% Sn ±3% para Ps entre 40% Sn y 120% Sn	
Resolución	0,1 kW	
Porcentaje de liberación	93,5%	
Temporización T		
Rango de ajuste	100 ms a 300 s	
Precisión (1)	± 2% o -10 ms a +25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	< 90 ms	
Tiempo de rebasamiento	< 95 ms	
Tiempo de retorno	< 90 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P32P_x_101	
Inhibición de la protección	P32P_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P32P_x_1	
Salida temporizada	P32P_x_3	■
Potencia activa positiva	P32P_x_19	
Potencia activa negativa	P32P_x_20	

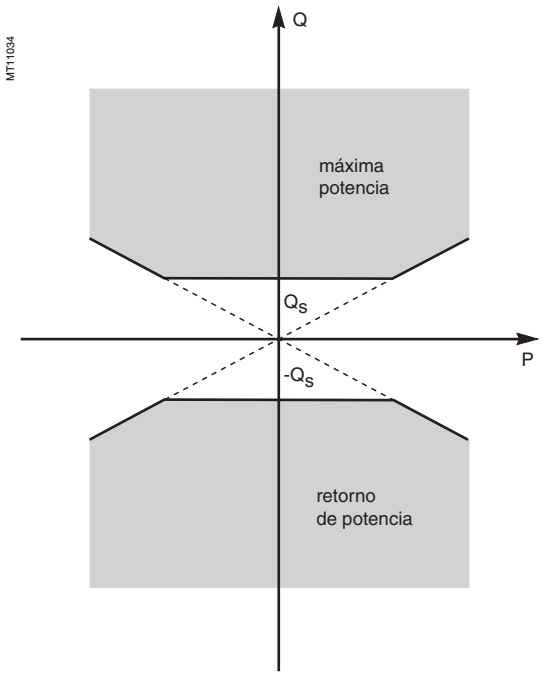
x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
(2) *Sn = √3 .Un.In.*

Máxima potencia reactiva direccional
Código ANSI 32Q

Protección contra las pérdidas de excitación de las máquinas síncronas.

Funcionamiento

Protección bidireccional basada en el valor de la potencia reactiva calculada para detectar la pérdida de excitación de las máquinas síncronas:
- protección de máxima potencia reactiva para los motores cuyo consumo de potencia reactiva aumenta en caso de pérdida de excitación
- protección de retorno de potencia reactiva para la protección de los generadores que pasan a consumir potencia reactiva en caso de pérdida de excitación.



Zona de funcionamiento.

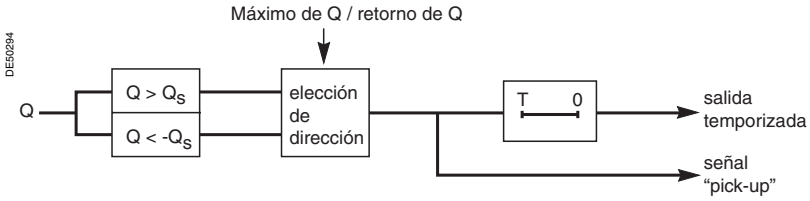
Esta protección se activa cuando la potencia reactiva que circula en cualquiera de las dos direcciones (suministrada o absorbida), es superior al umbral Qs.
Incluye una temporización T de tiempo independiente (constante).
Se basa en el método de los tres o dos vatímetros según las condiciones de conexión:
- V1V2V3 e I1I2I3: 3 vatímetros
- V1V2V3 e I1I3: 2 vatímetros
- U21/U32 + V0 e I1I2I3: 3 vatímetros
- U21/U32 + V0 e I1I3: 2 vatímetros
- U21/U32 sin V0: 2 vatímetros

otros casos: protección no disponible.
La función sólo es operativa si se respeta la siguiente condición:
$Q \geq 3{,}1\%\ P$, lo que permite obtener una gran sensibilidad y una gran estabilidad en caso de cortocircuito.
El signo de la potencia se determina en función del parámetro general de salida llegada respetando la convención:

- para el circuito de salida:
  - una potencia exportada por el juego de barras es positiva
  - una potencia suministrada al juego de barras es negativa

- para el circuito de llegada:
  - una potencia suministrada al juego de barras es positiva
  - una potencia exportada por el juego de barras es negativa.

Esquema de principio



Características

Ajustes		
Dirección de disparo		
Rango de ajuste	Máx. de potencia/retorno de potencia	
Umbral Ps		
Rango de ajuste	5% de Sn (2) al 120% de Sn (2)	
Precisión(1)	±5% para Qs entre 5% Sn y 40% Sn ±3% para Qs entre 40% Sn y 120% Sn	
Resolución	0,1 kW	
Porcentaje de liberación	93,5%	
Temporización T		
Rango de ajuste	100 ms a 300 s	
Precisión(1)	± 2% o -10 ms a +25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	< 90 ms	
Tiempo de rebasamiento	< 95 ms	
Tiempo de retorno	< 90 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P32P_x_101	
Inhibición de la protección	P32P_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P32Q_x_1	
Salida temporizada	P32Q_x_3	■

x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
(2) *Sn = $\sqrt{3}$.Un.In.*

Mínima corriente de fase
Código ANSI 37

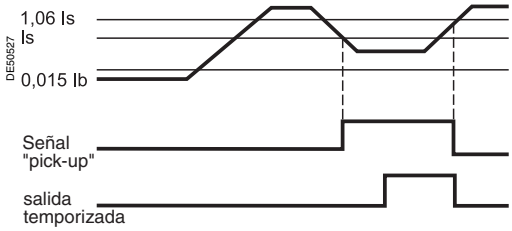
Protección de las bombas.

Funcionamiento

Protección de las bombas contra las consecuencias de un descebado por detección de funcionamiento en vacío del motor.

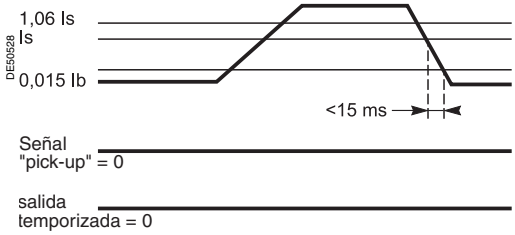
Esta protección es monofásica:

- se activa si la corriente de la fase 1 (I1) vuelve a pasar por debajo del umbral Is



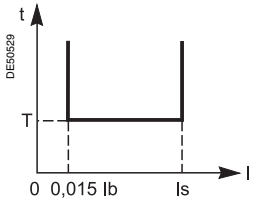
Caso de la bajada de intensidad.

- queda inactiva cuando la intensidad es inferior al 1,5% de In
- es insensible a la bajada de intensidad debida a la abertura del interruptor automático



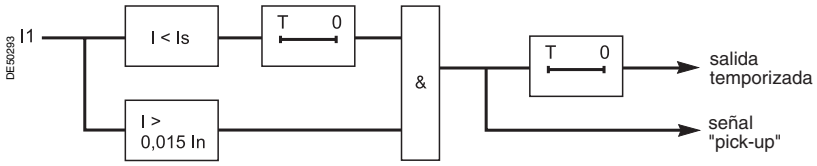
Caso de la apertura del interruptor automático.

- incluye una temporización a tiempo independiente (constante).



Esta protección puede inhibirse mediante una entrada lógica.
Puede rearmarse a distancia mediante telemando (TC32).

Esquema de principio



Características

Ajustes		
Umbral Is		
Rango de ajuste	del 5% de Ib al 100% Ib	
Precisión(1)	±5%	
Resolución	1%	
Porcentaje de liberación	106%	
Temporización T		
Rango de ajuste	50 ms a 300 s	
Precisión(1)	± 2% o ± 25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	Pick-up < 50 ms	
Tiempo de rebasamiento	< 40 ms	
Tiempo de retorno	< 40 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P37_x_101	
Inhibición de la protección	P37_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P37_x_1	
Salida temporizada	P37_x_3	■
Protección inhibida	P37_x_16	

x: número de ejemplar.
***(1)** En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Mínima potencia activa direccional
Código ANSI 37P

Controla los flujos de potencia activa.

Funcionamiento

Protección bidireccional basada en el valor de la potencia activa. Controla los flujos de potencia activa calculada:
- para adaptar el número de fuente en paralelo a la potencia solicitada por las cargas de la red
- para aislar una instalación con su propia unidad de producción.

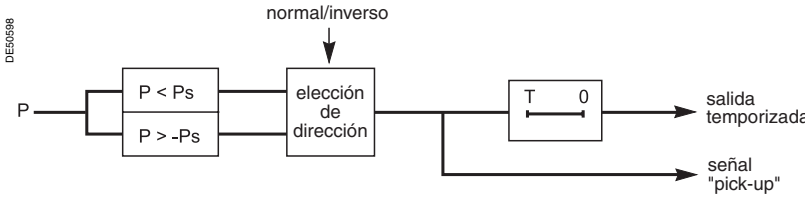
Esta protección se activa cuando la potencia activa que circula en cualquiera de las dos direcciones (suministrada o absorbida) es inferior al umbral Ps.
Incluye una temporización T de tiempo independiente (constante).
Se basa en el método de los tres o dos vatímetros según las condiciones de conexión:
- V1V2V3 e I1I2I3: 3 vatímetros
- V1V2V3 e I1I3: 2 vatímetros
- U21/U32 + V0 e I1I2I3: 3 vatímetros
- U21/U32 + V0 e I1I3: 2 vatímetros
- U21/U32 sin V0: 2 vatímetros

otros casos: protección no disponible.
El signo de la potencia se determina en función del parámetro general de salida llegada respetando la convención:

- para el circuito de salida:
  - una potencia exportada por el juego de barras es positiva (sentido normal)
  - una potencia suministrada al juego de barras es negativa

- para el circuito de llegada:
  - una potencia suministrada al juego de barras es positiva (sentido normal)
  - una potencia exportada por el juego de barras es negativa.

Esquema de principio



Características

Ajustes		
Dirección de disparo		
Rango de ajuste	Normal/inverso	
Umbral Ps		
Rango de ajuste	5% de Sn (2) al 100% de Sn (2)	
Precisión(1)	±5% Sn para Ps entre 40% Sn y 5% Sn ±3% para Ps entre 40% Sn y 120% Sn	
Resolución	0,1 kW	
Porcentaje de liberación	106%	
Temporización T		
Rango de ajuste	100 ms a 300 s	
Precisión(1)	± 2% o -10 ms a +25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	< 120 ms	
Tiempo de rebasamiento	< 65 ms	
Tiempo de retorno	< 60 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P37P_x_101	
Inhibición de la protección	P37P_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P37P_x_1	
Salida temporizada	P37P_x_3	■
Protección inhibida	P37P_x_16	

x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
(2) *Sn = $\sqrt{3}$.Un.In.*

Control de temperatura
Código ANSI 38/49T

Protección contra el calentamiento de los equipos midiendo la temperatura con ayuda de una sonda.

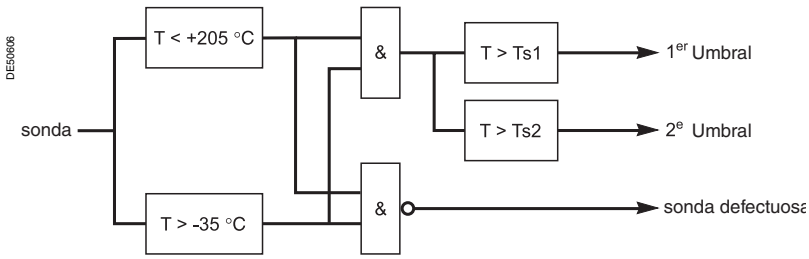
Funcionamiento

Protección que detecta los calentamientos anómalos midiendo la temperatura en un equipo con sondas:
- ■ transformador: protección de los bobinados primarios y secundarios
- ■ motor y generador: protección de los bobinados del estátor y los cojinetes.

Esta protección está asociada a un detector de temperatura de tipo termosonda con resistencia de platino Pt 100 (100 Ω a 0 ˚C), o de níquel Ni100 o Ni120 de conformidad con las normas CEI 60751 y DIN 43760.
- ■ se activa si la temperatura controlada es superior al umbral Ts.
- ■ cuenta con dos umbrales independientes:
- □ umbral de alarma
- □ umbral de disparo
- ■ cuando se activa la protección, detecta si la sonda está en cortocircuito o cortada:
- □ se detecta la sonda en cortocircuito si la temperatura medida es inferior a -35 ˚C, (medida visualizada "*****")
- □ se detecta la sonda cortada si la temperatura medida es superior a +205 ˚C (medida visualizada "-****").

Si se detecta un defecto de sonda, la protección se inhibe y sus salidas están a cero. La información "defecto de sonda" está igualmente disponible en la matriz de control y se genera un mensaje de alarma, que indica el número del módulo MET148-2 de la sonda defectuosa.

Esquema de principio



Características

Ajustes		
Umbrales de alarma y de disparo TS1,TS2		
Rango de ajuste	de 0 ˚C a 180 ˚C	de 32 ˚F a 356 ˚F
Precisión(1)	±1,5 ˚C	±2,7 ˚F
Resolución	1 ˚C	1 ˚F
Intervalo de retorno	3 ˚C	5,4 ˚F
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P38/49T_x_101	
Inhibición de la protección	P38/49T_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida de protección	P38/49T_x_3	■
Alarma	P38/49T_x_10	■
Defecto de sonda	P38/49T_x_12	
Protección inhibida	P38/49T_x_16	

x: número de ejemplar.
***(1)** En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

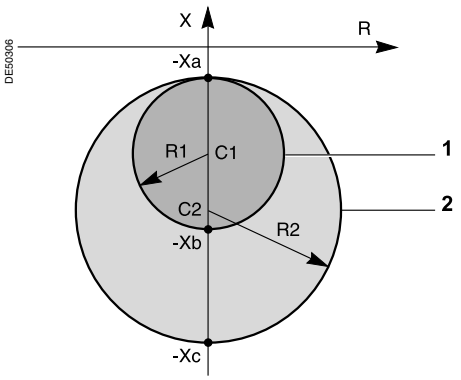
Pérdida de excitación
Código ANSI 40

Protección contra las pérdidas de excitación de los generadores o los motores síncronos.

Funcionamiento

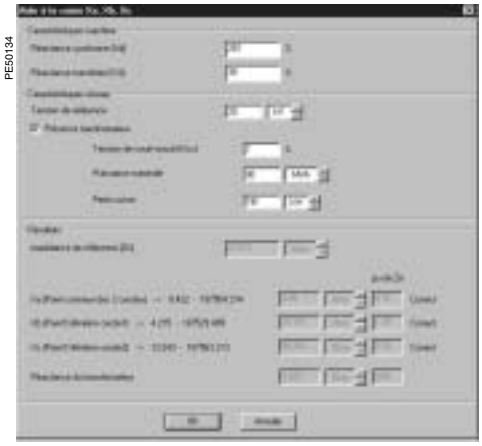
La protección se compone de dos características circulares de disparo en el plano de impedancia (R, X). La protección 40 se activa cuando la impedancia directa Zd entra en una de las dos características de disparo.

$$\vec{Z}d = \frac{\vec{V}d}{\vec{I}d}$$

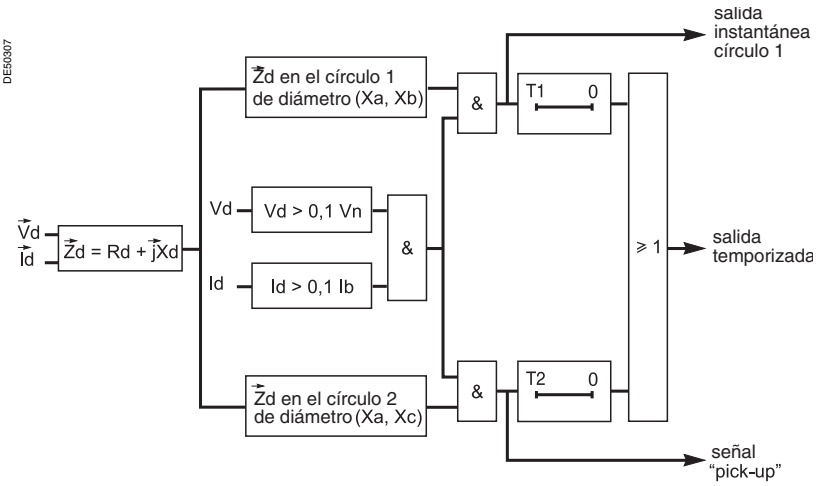


Características circulares de disparo

	Círculo 1	Círculo 2
Centro	C1 = -(Xa + Xb)/2	C2 = -(Xa + Xc)/2
Radio	R1 = (Xb - Xa)/2	R2 = (Xc - Xa)/2



Esquema de principio



Ayuda para los ajustes del SFT2841

El software SFT2841 ofrece una función de ayuda para el ajuste que permite, a partir de los datos eléctricos de la máquina y del transformador eventual, calcular los valores típicos de ajuste de Xa, Xb y Xc.
Datos utilizados:
- ■ máquina síncrona:
- □ reactancia síncrona Xd en %
- □ reactancia síncrona transitoria X'd en %
- ■ transformador:
- □ tensión del bobinado 1 Un1 en V/kV
- □ tensión de cortocircuito Ucc en %
- □ potencia nominal en kVA/MVA
- □ pérdidas de cobre en kΩ/MΩ.

Los ajustes propuestos son un círculo 1 de diámetro Zn si Xd ⩾ 200% o de diámetro Xd/2 en los demás casos, un círculo 2 de diámetro Xd.
Los dos círculos están decalados del origen de -X'd/2.
Zn = impedancia de referencia de la máquina:

$$Zn = \frac{Un1}{\sqrt{3}Ib}.$$

Características

Ajustes	
Punto común: Xa	
Rango de ajuste	0,02Vn/Ib ⩽ Xa ⩽ 0,20Vn/Ib + 187,5 kΩ o 0,001 Ω
Precisión(1)	±5%
Resolución	1%
Círculo 1: Xb	
Rango de ajuste	0,20Vn/Ib ⩽ Xa ⩽ 1,40Vn/Ib + 187,5 kΩ
Precisión (1)	±5%
Resolución	0,001 Ω o 1 dígito
Porcentaje de liberación	105% del diámetro del círculo 1
Círculo 2: Xc	
Rango de ajuste	0,60Vn/Ib ⩽ Xa ⩽ 3Vn/Ib + 187,5 kΩ
Precisión (1)	±5%
Resolución	0,001 Ω o 1 dígito
Porcentaje de liberación	105% del diámetro del círculo 2
Temporización T1: temporización de disparo del círculo 1	
Rango de ajuste	50 ms ⩽ T ⩽ 300 s
Precisión (1)	± 2% o de -10 ms a +25 ms
Resolución	10 ms ó 1 dígito
Temporización T2: temporización de disparo del círculo 2	
Rango de ajuste	100 ms ⩽ T ⩽ 300 s
Precisión (1)	± 2% o de -10 ms a +25 ms
Resolución	10 ms ó 1 dígito
Tiempos característicos(1)	
Tiempo de funcionamiento	Pick up < 35 ms de 0 a C1 (25 ms típico) Pick up < 35 ms de 0 a C2 (25 ms típico)
Tiempo de rebasamiento	< 40 ms
Tiempo de retorno	< 50 ms (para T1 = 0)

Pérdida de excitación
Código ANSI 40

Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P40_1_101	
Inhibición de la protección	P40_1_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P40_1_1	
Salida temporizada	P40_1_3	■
Protección instantánea 1 (círculo 1)	P40_1_16	
Protección inhibida	P40_1_23	

(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Ejemplo 1: generador síncrono

Datos del generador síncrono
- S = 3,15 MVA
- Un1 = 6,3 kV
- Xd = 233%
- X'd = 21%

Ajuste de la protección
Para ajustar la protección, es necesario calcular la impedancia Zn de referencia del generador:
- **Ib = S/($\sqrt{3}$.Un1) = 289 A**
- **Zn = Un1/ ($\sqrt{3}$.Ib) = 12,586** Ω.

Normalmente, el círculo 1 está ajustado con un diámetro de Zn decalado de -X'd/2 y el círculo 2 está ajustado con un diámetro de Kd decalado de -X'd/2:
- **Xa = (X'd(%)/200)Zn = 1,321** Ω
- **Xb = (X'd(%)/200 + 1)Zn = 13,907** Ω
- **Xc = (X'd(%)/200 + Xd/100)Zn = 30,646** Ω.

Los fallos detectados en el círculo 1 son fallos de excitación violentos que se deben eliminar rápidamente. Puesto que el círculo 2 puede estar relacionado con fallos distintos de la excitación, su tiempo de disparo es más largo:
- T1 = 70 ms
- T2 = 500 ms.

Ejemplo 2: grupo bloque generador

Datos del generador síncrono
- Sgene = 19 MVA
- Un2 = 5,5 kV
- Xd = 257%
- X'd = 30%

Datos del transformador
- Stransf = 30 MVA
- Un1 = 20 kV / Un2 = 5,5 kV
- Ucc = 7%
- Pcu = 191 kW

Ajuste de la protección
Para ajustar la protección, es necesario calcular la impedancia de referencia del generador a la tensión Un1:
- **Ib = Sgene/($\sqrt{3}$.Un1) = 548 A**
- **Zn = Un1/ ($\sqrt{3}$.Ib) = 21,071** Ω.

La impedancia del transformador a la tensión Un1 es la siguiente:
Ztransf = Ucc/100.(Un1)Σ/Stransf = 0,933 Ω.
La resistencia del transformador a la tensión Un1 es la siguiente:
Rtransf = Pcu.(Un1/Stransf)Σ = 0,085 Ω.
La reactancia del transformador a la tensión Un1 es la siguiente:

$$\mathbf{Xtransf} = \sqrt{\mathbf{Ztransf}^2 - \mathbf{Rtransf}^2} = \mathbf{0{,}929}\ \Omega$$

El círculo 1 está ajustado con un diámetro de Zn decalado de -X'd/2 y la reactancia del transformador. El círculo 2 está ajustado con un diámetro de Xd decalado de -X'd/2 y la reactancia del transformador.
- **Xa = (X'd(%)/200)Zn + Xtransf = 4,09** Ω
- **Xb = (X'd(%)/200 + 1)Zn + Xtransf = 25,161** Ω
- **Xc = (X'd(%)/200 + Xd(%)/100)Zn + Xtransf = 58,243** Ω.

Los fallos detectados en el círculo 1 son fallos de excitación violentos que se deben eliminar rápidamente. Puesto que el círculo 2 puede estar relacionado con fallos distintos de la excitación, su tiempo de disparo es más largo:
- T1 = 70 ms
- T2 = 500 ms.

Máximo de componente inversa
Código ANSI 46

Protección de las líneas y de los equipos contra los desequilibrios de fase.

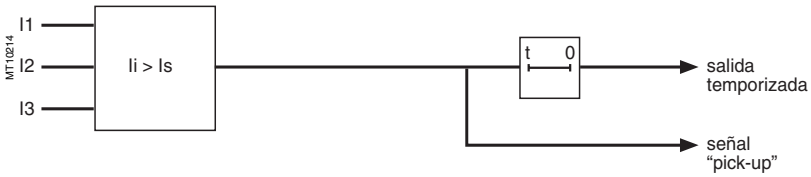
Funcionamiento

Protección contra los desequilibrios de las fases, detectados por la medida de la corriente inversa:
- protección sensible para detectar fallos bifásicos en los extremos de las líneas largas
- protección del equipo contra el calentamiento provocado por la alimentación desequilibrada, la inversión o la pérdida de una fase y contra los desequilibrios de corriente de fase.

Esta protección se activa si la componente inversa de las intensidades de fase es superior al umbral de funcionamiento.
Está temporizada; la temporización es a tiempo independiente (constante) o a tiempo dependiente según una curva normalizada, una curva específica de Schneider o una curva RI^2 para la protección de los generadores.

Curva de disparo
IDMT Schneider
CEI tiempo inverso SIT / A
CEI tiempo muy inverso VIT o LTI / B
CEI tiempo extremadamente inverso EIT / C
IEEE moderately inverse (CEI / D)
IEEE very inverse (CEI / E)
IEEE extremely inverse (CEI / F)
Curva RI^2

Esquema de principio



Características

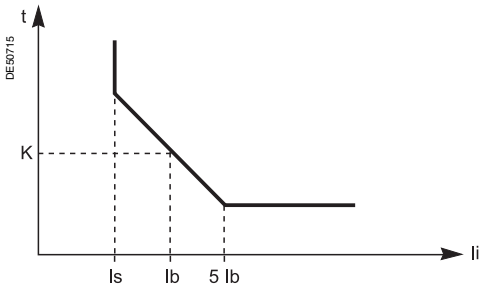
Ajustes		
Origen de la medida		
Rango de ajuste		Vías principales (I) Vías adicionales (I')
Curva de disparo		
Rango de ajuste		Según la lista anterior
Umbral Is		
Rango de ajuste	a tiempo constante	del 10% al 500% de Ib o I'b
	de tiempo dependiente Schneider	del 10% al 50% de Ib o I'b
	a tiempo dependiente IEC e IEEE	del 10% al 100% de Ib o I'b
	Curva RI^2	del 3% al 20% de Ib o I'b
Precisión (1)		±5%
Resolución		1%
Porcentaje de liberación		93,5%
Temporización T		
Rango de ajuste	de tiempo independiente	100 ms ⩽ T ⩽ 300 s
	de tiempo dependiente	100 ms ⩽ T ⩽ 1 s o TMS(2)
Precisión (1)	de tiempo independiente	± 2% o +25 ms
	de tiempo dependiente	± 5% o +35 ms
Resolución		10 ms ó 1 dígito
K (curva RI^2 únicamente)		
Rango de ajuste		1 a 100
Resolución		1
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento		Pick-up < 55 ms
Tiempo de rebasamiento		< 35 ms
Tiempo de retorno		< 55 ms

Entradas	
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**
Reset de la protección	P46_x_101
Inhibición de la protección	P46_x_113

Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P46_x_1	
Salida temporizada	P46_x_3	■
Protección inhibida	P46_x_23	

x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
(2) *Rangos de ajuste en modo TMS (Time Multiplier Setting):*
Inverso (SIT) y CEI SIT/A: de 0,04 a 4,20
Muy inverso (VIT) y CEI VIT/B: de 0,07 a 8,33
Muy inverso (LTI) y CEI LTI/B: de 0,01 a 0,93
Ext. inverso (EIT) y CEI EIT/C: de 0,13 a 15,47
IEEE moderately inverse: de 0,42 a 51,86
IEEE very inverse: de 0,73 a 90,57
IEEE extremely inverse: de 1,24 a 154,32.

Máximo de componente inversa
Código ANSI 46



Ejemplo de ajuste para las curvas RI²

Un generador admite una determinada corriente inversa permanentemente. Este umbral Is permanente suministrado pro el fabricante del generador está normalmente comprendido en el rango del 5 al 10% de la corriente básica (Ib). Los valores típicos son los siguientes:

Tipo de generador		Ii admisible (% Ib)
Polos salientes	con amortiguadores	10
	sin amortiguadores	5
Polos lisos	Enfriamiento forzado	10
	Sn ⩽ 960 MVA	8
	960 MVA < Sn ⩽ 1.200 MVA	6
	1.200 MVA < Sn	5

Referencia IEEE C37.102-1987.

Una vez superada esta corriente, el generador puede admitir una corriente inversa Ii durante un tiempo td que corresponde a la regla siguiente:

$$td = \frac{K}{\left(\frac{|\vec{I}i|}{Ib}\right)^2}$$

El valor K es una constante ajustable que depende del tipo de generador y que normalmente está comprendida entre 1 y 40. Los valores típicos de K son los siguientes:

Tipo de generador		K
Polos salientes		40
Compensadores síncronos		30
Polos lisos	Enfriamiento forzado	20
	Sn ⩽ 800 MVA	10
	800 MVA < Sn ⩽ 1600 MVA	10 - 0,00625.(MVA - 800)

Referencia IEEE C37.102-1987.

Curva de tiempo dependiente Schneider

Para Ii > Is, la temporización depende del valor de Ii/Ib (Ib: intensidad básica del equipo que se desea proteger definida en el ajuste de los parámetros generales). T corresponde a la temporización para ii/Ib = 5.
Las siguientes ecuaciones definen la curva de disparo:

- para Is/Ib ⩽ Ii/Ib ⩽ 0,5

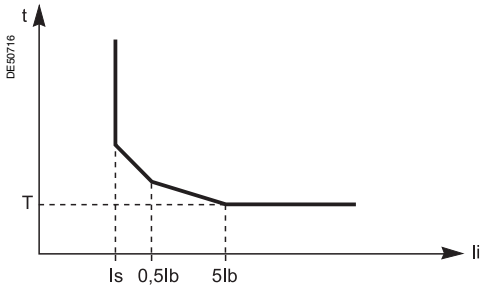
$$t = \frac{3{,}19}{(Ii/Ib)^{1,5}} \times T$$

- para 0,5 ⩽ Ii/Ib ⩽ 5

$$t = \frac{4{,}64}{(Ii/Ib)^{0,96}} \times T$$

- para Ii/Ib > 0,5

t = T.



Curva Schneider.

Máximo de componente inversa
Código ANSI 46

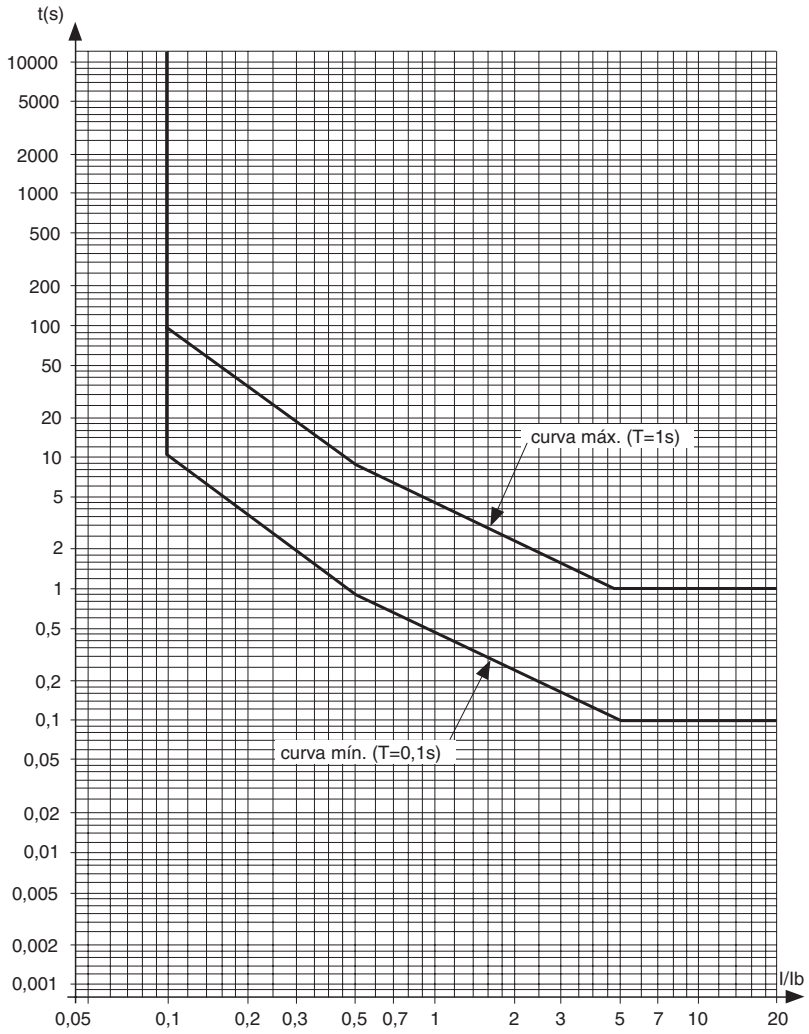
¿Cómo estimar el tiempo de disparo para distintos valores de corriente inversa en una curva Schneider determinada?

Gracias a la tabla, se busca el valor de X correspondiente a la corriente inversa deseada: el tiempo de disparo es igual a XT.

Ejemplo

una curva de disparo cuyo ajuste es T = 0,5 s.
¿Cuál será el tiempo de disparo a 0,6 Ib?
Gracias a la tabla se busca el valor K X correspondiente al 60% de Ib.
Se puede leer X = 7,55. El tiempo de disparo es igual a: 0,5 x 7,55 = 3,755 s.

Curva de disparo de tiempo dependiente Schneider



Ii (% Ib)	10	15	20	25	30	33.33	35	40	45	50	55	57.7	60	65	70	75
X	99,95	54,50	35,44	25,38	19,32	16,51	15,34	12,56	10,53	9,00	8,21	7,84	7,55	7,00	6,52	6,11
Ii (% Ib) continuación	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
X continuación	5,74	5,42	5,13	4,87	4,64	4,24	3,90	3,61	3,37	3,15	2,96	2,80	2,65	2,52	2,40	2,29
Ii (% Ib) continuación	22,	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370
X continuación	2,14	2,10	2,01	1,94	1,86	1,80	1,74	1,68	1,627	1,577	1,53	1,485	1,444	1,404	1,367	1,332
Ii (% Ib) continuación	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	⩾ 500			
X continuación	1,298	1,267	1,236	1,18	1,167	1,154	1,13	1,105	1,082	1,06	1,04	1,02	1			

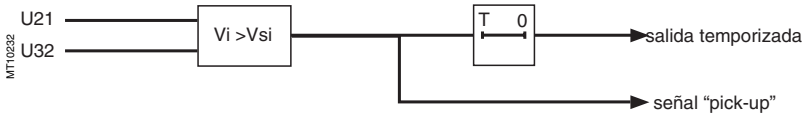
Máximo de tensión inversa
Código ANSI 47

Protección contra los desequilibrios entre fases.

Funcionamiento

Protección contra los desequilibrios entre fases procedentes de una inversión de fase, de una alimentación desequilibrada o de un fallo lejano, detectados por la medida de la tensión inversa Vi.
Incluye una temporización T de tiempo independiente (constante).
No funciona cuando sólo se conecta una tensión al Sepam.

Esquema de principio



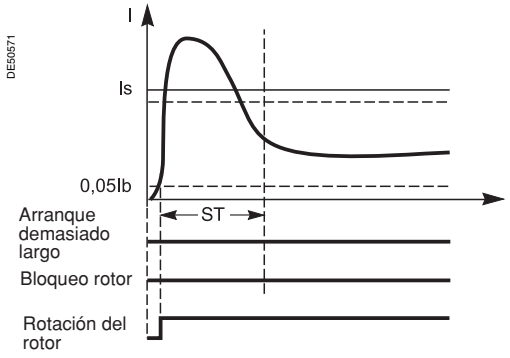
Características

Ajustes		
Umbral Vsi		
Rango de ajuste	del 1% de Unp al 50% de Unp	
Precisión (1)	±2% o 0,005 Unp	
Resolución	1%	
Porcentaje de liberación	97%	
Temporización T		
Rango de ajuste	50 ms a 300 s	
Precisión (1)	± 2% o ± 25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	< 35 ms (Pick-up)	
Tiempo de rebasamiento	< 35 ms	
Tiempo de retorno	< 35 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P47_x_101	
Inhibición de la protección	P47_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P47_x_1	
Salida temporizada	P47_x_3	■
Protección inhibida	P47_x_16	

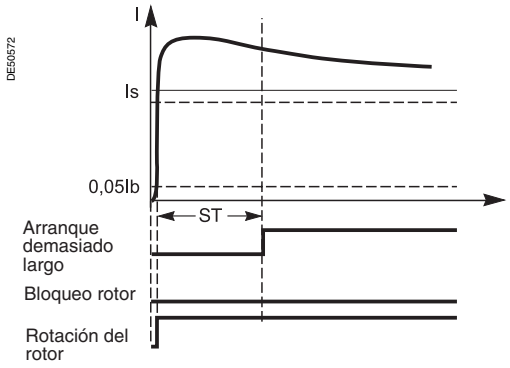
x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Arranque demasiado largo, bloqueo del rotor
Código ANSI 48/51LR

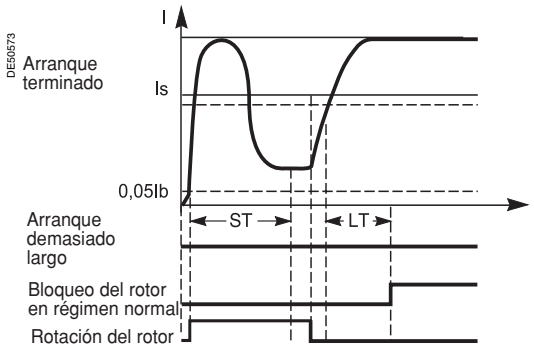
Detección de los arranques demasiado largos y de los bloqueos del rotor para la protección de los motores.



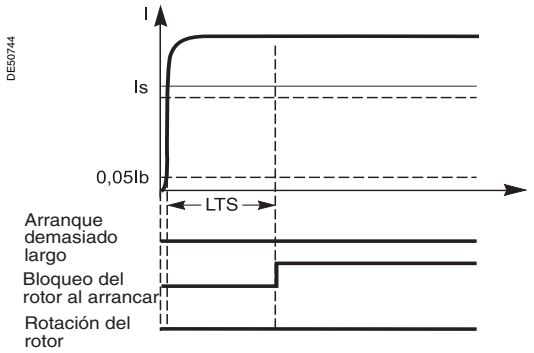
Caso de arranque normal.



Caso de arranque demasiado largo



Caso de un bloqueo de rotor.



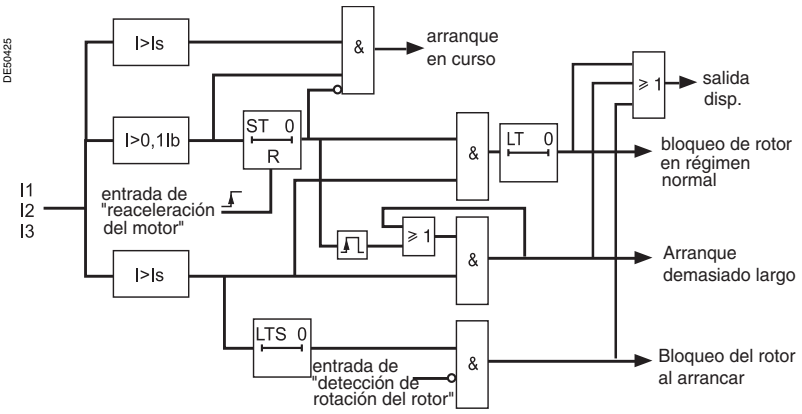
Caso de un bloqueo de rotor en el arranque.

Funcionamiento

Protección contra el calentamiento excesivo de un motor provocado por:
■ un arranque demasiado largo, en el arranque del motor en sobrecarga (un transportador, por ejemplo) o con una tensión de alimentación insuficiente
■ un bloqueo del rotor causado por la carga del motor (una trituradora, por ejemplo):
□ en régimen normal, después de un arranque normal
□ directamente en el arranque, antes de la detección de un arranque demasiado largo.
Esta función es trifásica.
El arranque se detecta si la corriente absorbida es superior al 5% de la corriente Ib.
Está formada por 2 partes:
■ arranque demasiado largo: durante un arranque, esta protección se activa sila corriente de una de las 3 fases es superior al umbral Is durante un tiempo superior a la temporización ST (correspondiente a la duración normal del arranque)
■ bloqueo del rotor:
□ en régimen normal (después del arranque), esta protección se activa si la corriente de una de las 3 fases es superior al umbral Is durante un tiempo superior a la temporización LT de tipo de tiempo independiente (tiempo constante)
□ bloqueo en el arranque: algunos motores grandes tienen un tiempo de arranque muy largo, porque tienen una inercia importante o porque se arrancan con tensión reducida. Este tiempo puede ser más largo que el tiempo admitido para un bloqueo de rotor. Para proteger correctamente este tipo de motores contra un bloqueo del rotor en un arranque, se puede ajustar un tiempo LTS que permite disparar si se ha detectado un arranque (I > Is) y si la velocidad del motor es nula. La rotación del motor en este caso se detecta por la función de velocidad mínima (ANSI 14) o por la entrada lógica "detección de rotación del rotor" procedente de un detector de velocidad nula.

Reaceleración del motor
Durante la reaceleración, el motor absorbe una corriente próxima a la corriente de arranque (> Is) sin que la corriente pase previamente a un valor inferior al 5% de Ib. La temporización ST que corresponde a la duración normal del arranque se puede reiniciar mediante una entrada lógica o una información procedente del editor de ecuaciones (entrada de "reaceleración del motor"):
■ reinicializar la protección **de arranque demasiado largo**
■ ajustar a un valor bajo la temporización LT de la protección **bloqueo del rotor**.

Esquema de principio



Arranque demasiado largo, bloqueo del rotor
Código ANSI 48/51LR

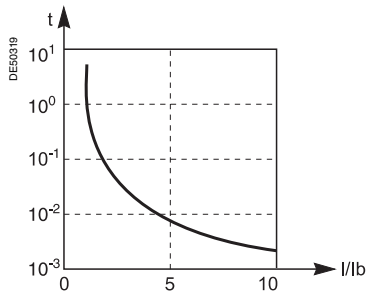
Características

Ajustes			
Umbral Is			
Rango de ajuste		del 50 al 500% de Ib	
Precisión (1)		±5%	
Resolución		1%	
Porcentaje de liberación		93%	
Temporización T			
Rango de ajuste	ST	500 ms a 300 s	
	LT	50 ms a 300 s	
	LTS	50 ms a 300 s	
Precisión (1)		2% o ±25 ms	
Resolución		10 ms	
Entradas			
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**		
Reset de la protección	P48/51LR_1_101		
Reaceleración del motor	P48/51LR_1_102		
Inhibición de la protección	P48/51LR_1_113		
Salidas			
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**		**Matriz**
Salida de protección	P48/51LR_1_3		■
Bloqueo rotor	P48/51LR_1_13		■
Arranque demasiado largo	P48/51LR_1_14		■
Bloqueo del rotor al arrancar	P48/51LR_1_15		■
Protección inhibida	P48/51LR_1_16		
Arranque en curso	P48/51LR_1_22		

(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Imagen térmica de cable
Código ANSI 49RMS

Protección de los cables contra los daños térmicos debidos a una sobrecarga.



Curva de disparo.

Funcionamiento

Esta función permite proteger los cables contra las sobrecargas a partir de la medida de la corriente absorbida.
La intensidad medida por la protección térmica es una intensidad eficaz trifásica que tiene en cuenta los armónicos hasta el armónico 13.
La corriente más grande de las tres fases I1, I2, I3, denominada en adelante corriente de fase Iph, se utiliza para calcular el calentamiento:
Iph = max(I1, I2, I3).

El calentamiento proporcional al cuadrado de la intensidad absorbida depende de la corriente absorbida y del estado de calentamiento anterior. En régimen permanente, equivale a:

$$\mathbf{E} = \left(\frac{\mathbf{Iph}}{\mathbf{Ib}}\right)^2 \times \mathbf{100} \text{ en \%}$$

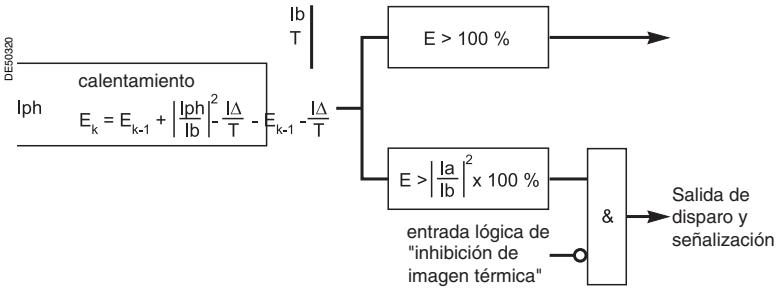
La protección da una orden de disparo cuando la corriente de fase es superior a la corriente admitida por el cable. El valor de la corriente básica Ib debe ser estrictamente inferior a la corriente admisible Ia. Se toma por defecto Ib ≈ Ia/1,4.
La constante de tiempo T ajusta el tiempo de disparo:

$$\frac{\mathbf{t}}{\mathbf{T}} = \mathbf{ln} \times \frac{\left(\frac{\mathbf{I}}{\mathbf{Ib}}\right)^2 - \mathbf{1}}{\left(\frac{\mathbf{I}}{\mathbf{Ib}}\right)^2 - \left(\frac{\mathbf{Ia}}{\mathbf{Ib}}\right)^2}$$

donde ln: logaritmo Neperiano.

El calentamiento en curso está protegido si existe pérdida de alimentación auxiliar.

Esquema de principio



Información para la explotación

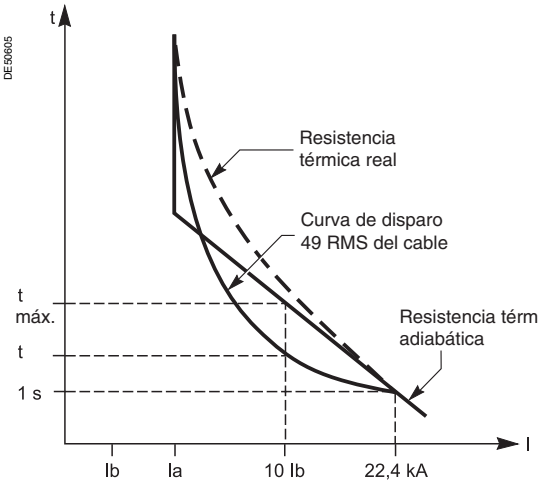
El usuario dispone de la siguiente información:
- el calentamiento
- el tiempo antes del disparo (de intensidad constante).

Características

Ajustes		
Corriente admisible Ia		
Rango de ajuste	< de 1 a 1,73 Ib	
Precisión (1)	2%	
Resolución	1 A	
Constante de tiempo T		
Rango de ajuste	de 1 mn a 600 mn	
Precisión (1)	2% o 1 s	
Resolución	1 mn	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P49RMS_1_101	
Inhibición de la protección	P49RMS_1_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida temporizada	P49RMS_1_3	■
Alarma	P49RMS_1_10	■
Enclavamiento de disparo	P49RMS_1_11	■
Protección inhibida	P49RMS_1_16	
Estado caliente	P49RMS_1_18	
Inhibición de la imagen térmica	P49RMS_1_32	

***(1)** En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Imagen térmica de cable
Código ANSI 49RMS



Ejemplo

Se da un cable de cobre de 185 mm^2, con corriente admisible Ia = 485 A y resistencia térmica a 1 s, Ith_1 s = 22,4 kA.
La constante de tiempo térmica de un cable está relacionada con su modo de colocación.
Los valores típicos de constante de tiempo están comprendidos entre 10 mn y 60 mn. En el caso de los cables enterrados, la constante tendrá valores comprendidos entre 20 y 60 mn y entre 10 y 40 mn para los cables no enterrados.
Se selecciona para esta cable T = 30 mn e Ib = 350 A.

Comprobación del margen entre la curva de la 49RMS y la resistencia térmica adiabática.

La comprobación se realiza a 10 Ib.
En el rango de las corrientes próximas a la corriente admisible, la resistencia térmica a 1 s permite estimar el tiempo máximo de resistencia térmica del cable suponiendo que no se producen intercambios de calor. El tiempo máximo de disparo se calcula mediante la siguiente relación:
I^2 x tmáx. = constante = (Ith_1 s)^2 x 1.

Para este cable y a 10 Ib:
tmáx. = (Ith_1 s/ I0Ib)^2 = (22400 / 3500)^2 = 41 s.

Para I = 10 Ib = 3.500 A e Ia/Ib = 1,38; el valor de k en la tabla de curva de disparo es de k = 0,0092.
El tiempo de disparo a 10 Ib es por lo tanto:
t = k x T x 60 = 0,0092 x 30 x 60 = 16,5 s < tmáx.

Verificación de la selectividad

La selectividad entre la 49RMS cable y las curvas de protección aguas abajo, incluidas las protecciones 49RMS, debe comprobarse para evitar cualquier riesgo de disparo imprevisto.

Imagen térmica de cable
Código ANSI 49RMS
Curvas de disparo

Curvas para un calentamiento inicial = 0%

I/Ib Ia/Ib	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85
1,10		1,0531	0,6487	0,4673	0,3629	0,2948	0,2469	0,2113	0,1839	0,1622	0,1446	0,1300	0,1178	0,1074	0,0984	0,0907
1,12		1,5551	0,8632	0,6020	0,4600	0,3701	0,3079	0,2623	0,2276	0,2001	0,1780	0,1598	0,1446	0,1316	0,1206	0,1109
1,14		2,6450	1,1423	0,7606	0,5695	0,4530	0,3741	0,3171	0,2740	0,2403	0,2133	0,1911	0,1726	0,1570	0,1436	0,1320
1,16			1,5392	0,9530	0,6949	0,5450	0,4463	0,3761	0,3236	0,2829	0,2504	0,2239	0,2019	0,1834	0,1676	0,1539
1,18			2,2239	1,1960	0,8409	0,6483	0,5255	0,4399	0,3768	0,3282	0,2897	0,2585	0,2327	0,2110	0,1926	0,1767
1,20				1,5243	1,0152	0,7656	0,6131	0,5093	0,4339	0,3765	0,3314	0,2950	0,2650	0,2400	0,2187	0,2004
1,22				2,0270	1,2304	0,9009	0,7108	0,5852	0,4955	0,4281	0,3755	0,3334	0,2990	0,2702	0,2459	0,2252
1,24				3,1175	1,5102	1,0602	0,8210	0,6687	0,5623	0,4834	0,4225	0,3741	0,3347	0,3020	0,2744	0,2509
1,26					1,9078	1,2532	0,9470	0,7614	0,6350	0,5429	0,4727	0,4172	0,3724	0,3353	0,3042	0,2778
1,28					2,5932	1,4969	1,0936	0,8652	0,7148	0,6073	0,5263	0,4630	0,4122	0,3704	0,3355	0,3059
1,30						1,8258	1,2685	0,9831	0,8030	0,6772	0,5839	0,5118	0,4543	0,4073	0,3682	0,3352
1,32						2,3291	1,4843	1,1190	0,9012	0,7536	0,6461	0,5639	0,4989	0,4462	0,4026	0,3659
1,34						3,4202	1,7646	1,2788	1,0119	0,8376	0,7133	0,6197	0,5464	0,4873	0,4388	0,3981
1,36							2,1628	1,4723	1,1384	0,9308	0,7866	0,6797	0,5970	0,5309	0,4769	0,4319
1,38							2,8488	1,7166	1,2856	1,0352	0,8669	0,7445	0,6511	0,5771	0,5171	0,4673
1,40								2,0460	1,4610	1,1536	0,9555	0,8149	0,7091	0,6263	0,5596	0,5047
1,42								2,5498	1,6773	1,2899	1,0542	0,8918	0,7717	0,6788	0,6047	0,5440
1,44								3,6415	1,9581	1,4503	1,1654	0,9763	0,8394	0,7351	0,6526	0,5855
1,46									2,3568	1,6443	1,2924	1,0699	0,9131	0,7955	0,7036	0,6295
1,48									3,0432	1,8890	1,4400	1,1747	0,9938	0,8608	0,7581	0,6761
1,50										2,2188	1,6159	1,2935	1,0829	0,9316	0,8165	0,7257
1,52										2,7231	1,8326	1,4303	1,1820	1,0088	0,8795	0,7785
1,54										3,8153	2,1139	1,5910	1,2936	1,0937	0,9476	0,8352
1,56											2,5130	1,7855	1,4210	1,1877	1,0217	0,8960
1,58											3,1998	2,0306	1,5690	1,2929	1,1027	0,9616
1,60												2,3609	1,7452	1,4121	1,1921	1,0327
1,62												2,8655	1,9623	1,5492	1,2916	1,1103
1,64												3,9581	2,2440	1,7104	1,4036	1,1955
1,66													2,6435	1,9052	1,5313	1,2899
1,68													3,3307	2,1506	1,6797	1,3955
1,70														2,4813	1,8563	1,5150
1,72														2,9863	2,0737	1,6525

Imagen térmica de cable
Código ANSI 49RMS
Curvas de disparo

Curvas para un calentamiento inicial = 0%

I/Ib Ia/Ib	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60
1,10	0,0839	0,0779	0,0726	0,0562	0,0451	0,0371	0,0312	0,0266	0,0230	0,0201	0,0177	0,0157	0,0141	0,0127	0,0115	0,0105
1,12	0,1026	0,0952	0,0886	0,0685	0,0549	0,0452	0,0379	0,0323	0,0279	0,0244	0,0215	0,0191	0,0171	0,0154	0,0140	0,0127
1,14	0,1219	0,1131	0,1052	0,0812	0,0650	0,0534	0,0448	0,0382	0,0330	0,0288	0,0254	0,0225	0,0202	0,0182	0,0165	0,0150
1,16	0,1420	0,1316	0,1224	0,0943	0,0754	0,0619	0,0518	0,0442	0,0381	0,0333	0,0293	0,0261	0,0233	0,0210	0,0190	0,0173
1,18	0,1629	0,1508	0,1402	0,1078	0,0860	0,0706	0,0591	0,0503	0,0434	0,0379	0,0334	0,0296	0,0265	0,0239	0,0216	0,0197
1,20	0,1846	0,1708	0,1586	0,1217	0,0970	0,0795	0,0665	0,0566	0,0488	0,0426	0,0375	0,0333	0,0298	0,0268	0,0243	0,0221
1,22	0,2072	0,1915	0,1777	0,1360	0,1083	0,0886	0,0741	0,0630	0,0543	0,0474	0,0417	0,0370	0,0331	0,0298	0,0270	0,0245
1,24	0,2306	0,2130	0,1975	0,1508	0,1198	0,0980	0,0819	0,0696	0,0599	0,0523	0,0460	0,0408	0,0365	0,0328	0,0297	0,0270
1,26	0,2551	0,2353	0,2180	0,1661	0,1318	0,1076	0,0898	0,0763	0,0657	0,0573	0,0504	0,0447	0,0400	0,0360	0,0325	0,0296
1,28	0,2805	0,2585	0,2393	0,1818	0,1440	0,1175	0,0980	0,0832	0,0716	0,0624	0,0549	0,0487	0,0435	0,0391	0,0354	0,0322
1,30	0,3070	0,2826	0,2614	0,1981	0,1566	0,1276	0,1063	0,0902	0,0776	0,0676	0,0594	0,0527	0,0471	0,0424	0,0383	0,0348
1,32	0,3347	0,3078	0,2843	0,2148	0,1696	0,1380	0,1149	0,0974	0,0838	0,0729	0,0641	0,0568	0,0508	0,0456	0,0413	0,0375
1,34	0,3636	0,3339	0,3082	0,2322	0,1829	0,1486	0,1237	0,1047	0,0900	0,0783	0,0688	0,0610	0,0545	0,0490	0,0443	0,0403
1,36	0,3938	0,3612	0,3330	0,2501	0,1966	0,1596	0,1326	0,1123	0,0965	0,0839	0,0737	0,0653	0,0583	0,0524	0,0474	0,0431
1,38	0,4254	0,3897	0,3588	0,2686	0,2107	0,1708	0,1418	0,1200	0,1030	0,0895	0,0786	0,0697	0,0622	0,0559	0,0505	0,0459
1,40	0,4586	0,4194	0,3857	0,2877	0,2252	0,1823	0,1512	0,1278	0,1097	0,0953	0,0837	0,0741	0,0661	0,0594	0,0537	0,0488
1,42	0,4934	0,4505	0,4137	0,3075	0,2402	0,1941	0,1609	0,1359	0,1165	0,1012	0,0888	0,0786	0,0702	0,0630	0,0570	0,0517
1,44	0,5299	0,4830	0,4430	0,3279	0,2556	0,2063	0,1707	0,1441	0,1235	0,1072	0,0941	0,0833	0,0743	0,0667	0,0603	0,0547
1,46	0,5684	0,5171	0,4735	0,3491	0,2715	0,2187	0,1808	0,1525	0,1306	0,1133	0,0994	0,0880	0,0784	0,0704	0,0636	0,0578
1,48	0,6090	0,5530	0,5055	0,3711	0,2878	0,2315	0,1912	0,1611	0,1379	0,1196	0,1048	0,0927	0,0827	0,0742	0,0670	0,0609
1,50	0,6519	0,5906	0,5390	0,3938	0,3046	0,2446	0,2018	0,1699	0,1454	0,1260	0,1104	0,0976	0,0870	0,0781	0,0705	0,0640
1,52	0,6973	0,6303	0,5741	0,4174	0,3220	0,2581	0,2127	0,1789	0,1529	0,1325	0,1160	0,1026	0,0914	0,0820	0,0740	0,0672
1,54	0,7455	0,6722	0,6110	0,4419	0,3399	0,2720	0,2238	0,1881	0,1607	0,1391	0,1218	0,1076	0,0959	0,0860	0,0776	0,0705
1,56	0,7969	0,7165	0,6498	0,4673	0,3584	0,2862	0,2352	0,1975	0,1686	0,1459	0,1277	0,1128	0,1005	0,0901	0,0813	0,0738
1,58	0,8518	0,7635	0,6908	0,4938	0,3774	0,3008	0,2469	0,2071	0,1767	0,1528	0,1337	0,1180	0,1051	0,0942	0,0850	0,0771
1,60	0,9106	0,8134	0,7340	0,5213	0,3971	0,3159	0,2589	0,2169	0,1849	0,1598	0,1398	0,1234	0,1098	0,0984	0,0888	0,0805
1,62	0,9739	0,8666	0,7797	0,5499	0,4174	0,3313	0,2711	0,2270	0,1933	0,1670	0,1460	0,1288	0,1146	0,1027	0,0926	0,0840
1,64	1,0423	0,9235	0,8283	0,5798	0,4384	0,3472	0,2837	0,2372	0,2019	0,1744	0,1523	0,1343	0,1195	0,1071	0,0965	0,0875
1,66	1,1167	0,9847	0,8800	0,6110	0,4602	0,3635	0,2966	0,2478	0,2107	0,1818	0,1587	0,1400	0,1245	0,1115	0,1005	0,0911
1,68	1,1981	1,0506	0,9351	0,6436	0,4827	0,3804	0,3098	0,2585	0,2197	0,1894	0,1653	0,1457	0,1295	0,1160	0,1045	0,0947
1,70	1,2879	1,1221	0,9943	0,6776	0,5059	0,3977	0,3234	0,2695	0,2288	0,1972	0,1720	0,1515	0,1347	0,1206	0,1086	0,0984
1,72	1,3877	1,2000	1,0579	0,7133	0,5301	0,4155	0,3373	0,2808	0,2382	0,2051	0,1788	0,1575	0,1399	0,1252	0,1128	0,1022

Imagen térmica de cable
Código ANSI 49RMS
Curvas de disparo

Curvas para un calentamiento inicial = 0%

I/Ib Ia/Ib	4,80	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00
1,10	0,0096	0,0088	0,0072	0,0060	0,0051	0,0044	0,0038	0,0033	0,0030	0,0026	0,0024	0,0021	0,0014	0,0009	0,0007	0,0005
1,12	0,0116	0,0107	0,0087	0,0073	0,0062	0,0053	0,0046	0,0040	0,0036	0,0032	0,0029	0,0026	0,0016	0,0011	0,0008	0,0006
1,14	0,0137	0,0126	0,0103	0,0086	0,0073	0,0063	0,0054	0,0048	0,0042	0,0038	0,0034	0,0030	0,0019	0,0013	0,0010	0,0008
1,16	0,0158	0,0145	0,0119	0,0099	0,0084	0,0072	0,0063	0,0055	0,0049	0,0043	0,0039	0,0035	0,0022	0,0015	0,0011	0,0009
1,18	0,0180	0,0165	0,0135	0,0113	0,0096	0,0082	0,0071	0,0062	0,0055	0,0049	0,0044	0,0040	0,0025	0,0018	0,0013	0,0010
1,20	0,0202	0,0185	0,0152	0,0127	0,0107	0,0092	0,0080	0,0070	0,0062	0,0055	0,0049	0,0045	0,0028	0,0020	0,0014	0,0011
1,22	0,0224	0,0206	0,0168	0,0141	0,0119	0,0102	0,0089	0,0078	0,0069	0,0061	0,0055	0,0049	0,0032	0,0022	0,0016	0,0012
1,24	0,0247	0,0227	0,0186	0,0155	0,0131	0,0113	0,0098	0,0086	0,0076	0,0067	0,0060	0,0054	0,0035	0,0024	0,0018	0,0013
1,26	0,0270	0,0248	0,0203	0,0169	0,0143	0,0123	0,0107	0,0094	0,0083	0,0074	0,0066	0,0060	0,0038	0,0026	0,0019	0,0015
1,28	0,0294	0,0270	0,0221	0,0184	0,0156	0,0134	0,0116	0,0102	0,0090	0,0080	0,0072	0,0065	0,0041	0,0029	0,0021	0,0016
1,30	0,0318	0,0292	0,0239	0,0199	0,0169	0,0145	0,0126	0,0110	0,0097	0,0087	0,0078	0,0070	0,0045	0,0031	0,0023	0,0017
1,32	0,0343	0,0314	0,0257	0,0214	0,0182	0,0156	0,0135	0,0119	0,0105	0,0093	0,0084	0,0075	0,0048	0,0033	0,0024	0,0019
1,34	0,0368	0,0337	0,0276	0,0230	0,0195	0,0167	0,0145	0,0127	0,0112	0,0100	0,0090	0,0081	0,0051	0,0036	0,0026	0,0020
1,36	0,0393	0,0360	0,0295	0,0246	0,0208	0,0179	0,0155	0,0136	0,0120	0,0107	0,0096	0,0086	0,0055	0,0038	0,0028	0,0021
1,38	0,0419	0,0384	0,0314	0,0262	0,0222	0,0190	0,0165	0,0145	0,0128	0,0114	0,0102	0,0092	0,0058	0,0040	0,0030	0,0023
1,40	0,0445	0,0408	0,0334	0,0278	0,0235	0,0202	0,0175	0,0154	0,0136	0,0121	0,0108	0,0097	0,0062	0,0043	0,0031	0,0024
1,42	0,0472	0,0433	0,0354	0,0295	0,0249	0,0214	0,0186	0,0163	0,0144	0,0128	0,0115	0,0103	0,0066	0,0045	0,0033	0,0026
1,44	0,0499	0,0458	0,0374	0,0312	0,0264	0,0226	0,0196	0,0172	0,0152	0,0135	0,0121	0,0109	0,0069	0,0048	0,0035	0,0027
1,46	0,0527	0,0483	0,0395	0,0329	0,0278	0,0239	0,0207	0,0181	0,0160	0,0142	0,0128	0,0115	0,0073	0,0051	0,0037	0,0028
1,48	0,0555	0,0509	0,0415	0,0346	0,0293	0,0251	0,0218	0,0191	0,0168	0,0150	0,0134	0,0121	0,0077	0,0053	0,0039	0,0030
1,50	0,0584	0,0535	0,0437	0,0364	0,0308	0,0264	0,0229	0,0200	0,0177	0,0157	0,0141	0,0127	0,0081	0,0056	0,0041	0,0031
1,52	0,0613	0,0561	0,0458	0,0382	0,0323	0,0277	0,0240	0,0210	0,0186	0,0165	0,0148	0,0133	0,0085	0,0059	0,0043	0,0033
1,54	0,0643	0,0588	0,0480	0,0400	0,0338	0,0290	0,0251	0,0220	0,0194	0,0173	0,0155	0,0140	0,0089	0,0061	0,0045	0,0034
1,56	0,0673	0,0616	0,0503	0,0418	0,0354	0,0303	0,0263	0,0230	0,0203	0,0181	0,0162	0,0146	0,0093	0,0064	0,0047	0,0036
1,58	0,0703	0,0644	0,0525	0,0437	0,0370	0,0317	0,0275	0,0240	0,0212	0,0189	0,0169	0,0152	0,0097	0,0067	0,0049	0,0038
1,60	0,0734	0,0672	0,0548	0,0456	0,0386	0,0330	0,0286	0,0251	0,0221	0,0197	0,0176	0,0159	0,0101	0,0070	0,0051	0,0039
1,62	0,0766	0,0701	0,0571	0,0475	0,0402	0,0344	0,0298	0,0261	0,0231	0,0205	0,0184	0,0165	0,0105	0,0073	0,0053	0,0041
1,64	0,0798	0,0730	0,0595	0,0495	0,0418	0,0358	0,0311	0,0272	0,0240	0,0213	0,0191	0,0172	0,0109	0,0076	0,0056	0,0042
1,66	0,0830	0,0760	0,0619	0,0515	0,0435	0,0373	0,0323	0,0283	0,0249	0,0222	0,0199	0,0179	0,0114	0,0079	0,0058	0,0044
1,68	0,0863	0,0790	0,0643	0,0535	0,0452	0,0387	0,0335	0,0294	0,0259	0,0230	0,0206	0,0186	0,0118	0,0082	0,0060	0,0046
1,70	0,0897	0,0820	0,0668	0,0555	0,0469	0,0402	0,0348	0,0305	0,0269	0,0239	0,0214	0,0193	0,0122	0,0085	0,0062	0,0047
1,72	0,0931	0,0851	0,0693	0,0576	0,0486	0,0417	0,0361	0,0316	0,0279	0,0248	0,0222	0,0200	0,0127	0,0088	0,0064	0,0049

Imagen térmica de máquina
Código ANSI 49 RMS

Protección de los equipos contra los daños térmicos debidos a una sobrecarga.

Funcionamiento

Esta función permite proteger un equipo (motor, transformador, generador, condensador) contra las sobrecargas, a partir de la medida de la intensidad absorbida.

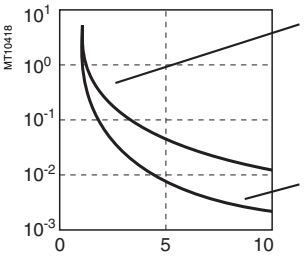
Curva de funcionamiento

La protección da una orden de disparo cuando el calentamiento E calculado a partir de la medida de una intensidad equivalente Ieq es superior al umbral Es ajustado.

La mayor intensidad admisible permanentemente es $\mathbf{I = Ib\sqrt{Es}}$

La constante de tiempo T ajusta el tiempo de disparo de la protección.

- el calentamiento calculado depende de la corriente absorbida y del estado de calentamiento anterior
- la curva en frío define el tiempo de disparo de la protección a partir de un calentamiento nulo
- La curva en caliente define el tiempo de disparo de la protección a partir de un calentamiento nominal del 100%.



$$\frac{t}{T} = \ln \frac{\left(\frac{Ieq}{Ib}\right)^2}{\left(\frac{Ieq}{Ib}\right)^2 - Es}$$

ln: logaritmo Neperiano.

$$\frac{t}{T} = \ln \frac{\left(\frac{Ieq}{Ib}\right)^2 - 1}{\left(\frac{Ieq}{Ib}\right)^2 - Es}$$

Umbral alarma, umbral disparo

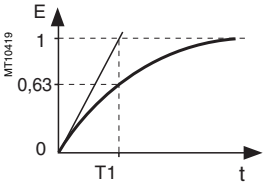
Se pueden ajustar dos umbrales en calentamiento:

- Es1: alarma
- Es2: disparo

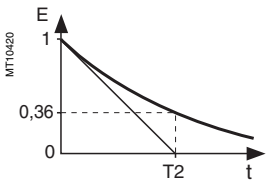
Umbral "estado caliente"

Cuando la función se utiliza para proteger un motor, este umbral fijo sirve para detectar el estado caliente, utilizado por la función de limitación del número de arranques. Este umbral equivale al 50%.

Constante de tiempo de calentamiento y de enfriamiento



Constante de tiempo en el calentamiento.



Constante de tiempo en el enfriamiento.

Para una máquina giratoria auto-ventilada, el enfriamiento es más eficaz en marcha que en la parada. La marcha y la parada del equipo se deducen del valor de la intensidad:

- marcha si I > 0,1 Ib
- parada si I < 0,1 Ib.

Se pueden ajustar dos constantes de tiempo:

- T1: constante de tiempo de calentamiento: se refiere al equipo en marcha
- T2: constante de tiempo de enfriamiento: se refiere al equipo en la parada.

Consideración de los armónicos

La intensidad medida por la protección térmica es una intensidad eficaz trifásica que tiene en cuenta los armónicos hasta el armónico 13.

Consideración de la temperatura ambiente

La mayoría de las máquinas están diseñadas para funcionar a una temperatura ambiente máxima de 40˚C. La función de imagen térmica tiene en cuenta la temperatura ambiente (Sepam equipado con la opción de módulo/sonda de temperatura [1]) para aumentar el valor de calentamiento calculado cuando la temperatura medida sobrepasa los 40 ˚C.

Factor de aumento: $\mathbf{fa = \frac{Tmax - 40°C}{Tmax - Tambiant}}$

dondeT máx es la temperatura máxima de la máquina, definida por su clase de aislamiento

T ambiente es la temperatura medida.

Tabla de las clases de aislamiento

Clase	Y	A	E	B	F	A	200	220	250
Tmáx.	90 ˚C	105 ˚C	120 ˚C	130 ˚C	155 ˚C	180 ˚C	200 ˚C	220 ˚C	250 ˚C

Referencia CEI 60085 (1984).

Adaptación de la protección a la resistencia térmica de un motor

El ajuste de la protección térmica de un motor se realiza normalmente a partir de las curvas en caliente y en frío suministradas por el fabricante de la máquina.

Para respetar perfectamente estas curvas experimentales, se puede ajustar parámetros adicionales:

- un calentamiento inicial, Es0, permite disminuir el tiempo de disparo en frío.

curva en frío modificada: $\frac{t}{T} = \ln \frac{\left(\frac{Ieq}{Ib}\right)^2 - Es0}{\left(\frac{Ieq}{Ib}\right)^2 - Es}$

- un segundo juego de parámetros (constantes de tiempo y umbrales), permite tener en cuenta la resistencia térmica con el rotor bloqueado. Este segundo juego de parámetros se toma en cuenta cuando la intensidad es superior a un umbral ajustable Is.

Consideración de la componente inversa

En el caso de los motores con rotor bobinado, la presencia de una componente inversa aumenta el calentamiento del motor. La componente inversa de la intensidad se tiene en cuenta en la protección mediante la ecuación:

$\mathbf{Ieq} = \sqrt{Iph^2 + K \times Ii^2}$ dondeIph es la corriente de fase más grande
Ii es la componente inversa de la corriente
K es un coeficiente ajustable

K puede tomar los siguientes valores: 0 - 2,25 - 4,5 - 9

Para un motor asíncrono, la determinación de K se realiza como sigue:

$\mathbf{K = 2 \times \frac{Cd}{Cn} \times \frac{1}{g \times \left(\frac{Id}{Ib}\right)^2} - 1}$ dondeCn, Cd: par nominal y al arranque
Ib, Id: intensidad básica e intensidad de arranque
g: deslizamiento nominal

Imagen térmica de máquina
Código ANSI 49 RMS

Cálculo de la constante de tiempo de enfriamiento T2
La constante de tiempo T2 puede calcularse a partir de las temperaturas medidas dentro del equipo protegido por sondas conectadas al módulo MET148-2 nº 1.
La estimación de T2 se realiza:
■ después de una secuencia de calentamiento/ enfriamiento:
□ período de calentamiento detectada por Es > 70%
□ seguido por una parada detectada por Ieq < 10% de Ib
■ cuando la temperatura del equipo se mide con sondas conectadas al módulo MET148-2 n° 1:
□ sondas 1, 2 ó 3 asignadas a la medida de la temperatura del estátor de los motores/generadores
□ sondas 1, 3 ó 5 asignadas a la medida de la temperatura de los transformadores.
Después de cada secuencia nueva de calentamiento/ enfriamiento detectada, se estima un nuevo valor de T2.
Tras la estimación, T2 se puede utilizar de 2 formas:
■ bien automáticamente: cada nuevo valor calculado actualiza la constante T2 utilizada
■ bien manualmente: introduciendo el valor en el parámetro T2.
La utilización de la sonda número 8 para medir la temperatura ambiente permite mejorar la precisión de las estimaciones de estas medidas.
Para la función que dispone de 2 regímenes de funcionamiento, se estima una constante de tiempo para cada uno de estos regímenes.
En el caso de las aplicaciones de grupo-bloque o de motor-bloque, se recomienda conectar las sondas de la máquina giratoria al MET148-2 n° 1, para aprovechar el aprendizaje de T2 en la máquina giratoria en lugar de en el transformador.

Enclavamiento del arranque
La protección de imagen térmica puede enclavar el cierre del mando del motor protegido hasta que el calentamiento descienda
por debajo de un valor que permita el rearranque
Este valor considera el calentamiento que el motor produce durante el arranque.
El enclavamiento se agrupa con el de la protección **de limitación del número de arranques** y la señalización ARR. INHIBIDO - 66 informa al usuario.

Seguridad en situación de calentamiento
El calentamiento en curso está protegido si existe pérdida de alimentación auxiliar.

Bloqueo del disparo
El disparo de la protección de imagen térmica del motor se puede enclavar mediante la entrada lógica "inhibición de imagen térmica" cuando así lo exija el proceso.

Consideración de dos regímenes de funcionamiento
La protección de imagen térmica puede utilizarse para proteger equipos con dos regímenes de funcionamiento, como por ejemplo:
■ los transformadores con dos modos de ventilación, con o sin ventilación forzada (ONAN / ONAF)
■ los motores con dos velocidades.
La protección dispone de dos juegos de ajuste, cada uno de los cuales está adaptado a la protección del equipo en uno de los dos regímenes de funcionamiento.
El basculamiento de un régimen a otro se realiza sin pérdida del valor de calentamiento. Se ordena, a la elección:
■ por una entrada lógica, asignada a la función de "cambio de régimen térmico"
■ cuando la corriente de fase alcanza un umbral ajustable Is (utilizar para tratar el cambio de régimen térmico de un motor rotor bloqueado).
La intensidad básica del equipo, utilizada para calcular el calentamiento, depende del régimen de funcionamiento:
■ para un basculamiento por entrada lógica y en régimen 2, el cálculo del calentamiento del equipo utiliza la intensidad básica Ib-régimen 2, ajuste específico de la protección de imagen térmica
■ en todos los demás casos, el cálculo del calentamiento del equipo utiliza la corriente básica Ib, que se define como parámetro general de Sepam.

Información para la explotación
El usuario dispone de la siguiente información:
■ el calentamiento
■ la constante de tiempo de enfriamiento T2 calculada
■ el tiempo antes de la autorización de rearranque (en caso de enclavamiento del arranque)
■ el tiempo antes del disparo (de intensidad constante).
Ver las funciones de medida y de ayuda para la explotación de las máquinas.

Esquema de principio

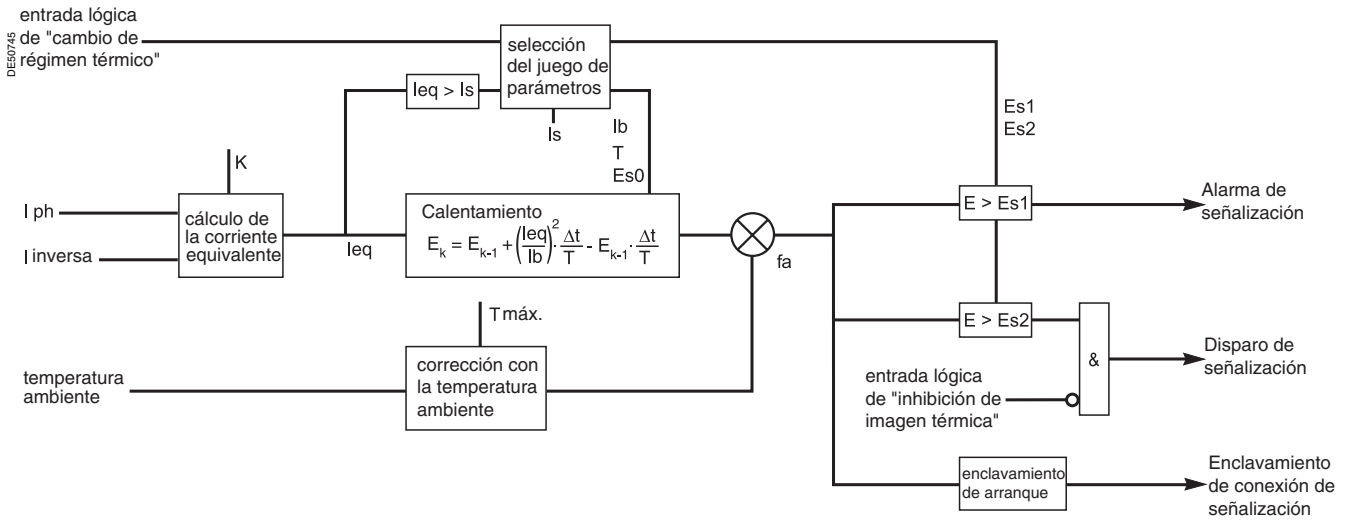


Imagen térmica de máquina
Código ANSI 49 RMS

Características

Ajustes	
Origen de la medida	
Rango de ajuste	I1, I2, I3 / I'1, I'2, I'3
Consideración de la componente inversa K	
Rango de ajuste	0 - 2,25 - 4,59
Consideración de la temperatura ambiente	
Rango de ajuste	Sí / no
Utilización de la constante de enfriamiento de autoaprendizaje T2	
Rango de ajuste	Sí / no
Temperatura máxima del equipo Tmáx. (clase de aislamiento)	
Rango de ajuste	de 60 °C a 200 °C o de 60,00 °C a 392 °F
Precisión (1)	
Resolución	1°C o 1°F
Régimen térmico 1	
Umbral Es1 de alarma	
Rango de ajuste	del 50 al 300%
Precisión (1)	±2%
Resolución	1%
Umbral Es2 de disparo	
Rango de ajuste	del 50 al 300%
Precisión (1)	±2%
Resolución	1%
Umbral Es0 de calentamiento inicial	
Rango de ajuste	del 50 al 300%
Precisión (1)	±2%
Resolución	1%
Constante de tiempo de calentamiento T1	
Rango de ajuste	de 1 mn a 600 mn
Precisión (1)	2% o 1 s
Resolución	1 mn
Constante de tiempo de enfriamiento T2	
Rango de ajuste	de 5 mn a 600 mn
Precisión (1)	2% o 1 s
Resolución	1 mn
Régimen térmico 2	
Utilización del régimen térmico 2	
Rango de ajuste	Sí / no
Umbral Es1 de alarma	
Rango de ajuste	del 50 al 300%
Precisión (1)	±2%
Resolución	1%
Umbral Es2 de disparo	
Rango de ajuste	del 50 al 300%
Precisión (1)	±2%
Resolución	1%
Umbral Es0 de calentamiento inicial	
Rango de ajuste	del 50 al 300%
Precisión (1)	±2%
Resolución	1%
Constante de tiempo de calentamiento T1	
Rango de ajuste	de 1 mn a 600 mn
Precisión (1)	2% o 1 s
Resolución	1 mn
Constante de tiempo de enfriamiento T2	
Rango de ajuste	de 5 mn a 600 mn
Precisión (1)	2% o 1 s
Resolución	1 mn
Umbral de basculamiento del régimen térmico 2	
Rango de ajuste	del 25 al 800% de Ib
Precisión (1)	±5%
Resolución	1%
Corriente básica Ib - régimen 2	
Rango de ajuste	de 0,2 a 2,6 In o I'n
Precisión (1)	±5%
Resolución	1 A

(1) En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).

Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P49RMS_1_101	
Inhibición de la protección	P49RMS_1_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida temporizada	P49RMS_1_3	■
Alarma	P49RMS_1_10	■
Enclavamiento de disparo	P49RMS_1_11	■
Protección inhibida	P49RMS_1_16	
Estado caliente	P49RMS_1_18	
Inhibición de la imagen térmica	P49RMS_1_32	

Imagen térmica de máquina
Código ANSI 49 RMS
Ejemplos de ajustes

Ejemplo 1

Disponemos de los siguientes datos:
- constantes de tiempo para el régimen en funcionamiento T1 y en reposo T2:
  - T1 = 25 mn
  - T2 = 70 mn
- corriente máxima en régimen permanente: Imáx/Ib = 1,05.

Ajuste del umbral de disparo Es2

Es2 = $(Imáx/Ib)^2$ = 110%

Observación: Si el motor absorbe una corriente de 1,05 Ib en permanencia, el calentamiento calculado por la imagen térmica alcanzará el 110%.

Ajuste del umbral de alarma Es1

Es1 = 90% (I/Ib = 0,95).

Kinverso: 4,5 (valor habitual)

Los otros parámetros de la imagen térmica no necesitan ajustarse. Por defecto, no se tienen en cuenta.

Ejemplo 2

Disponemos de los siguientes datos:
- resistencia térmica del motor en forma de curvas en caliente y en frío (ver las curvas de trazo continuo de la figura 1)
- constante de tiempo en el enfriamiento T2
- corriente máxima en régimen permanente: Imáx/Ib = 1,05.

Ajuste del umbral de disparo Es2

Es2 = $(Imáx/Ib)^2$ = 110%

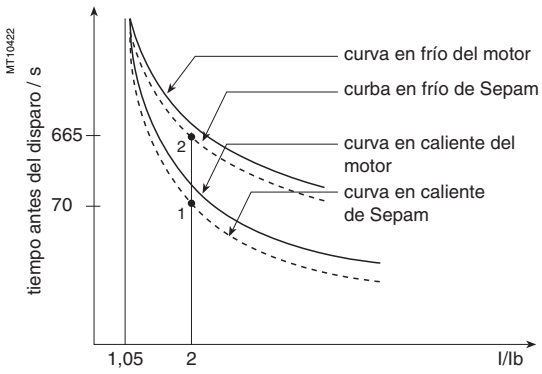
Ajuste del umbral de alarma Es1:

Es1 = 90% (I/Ib = 0,95).

La explotación de las curvas en caliente y en frío del fabricante (1) permite determinar la constante de tiempo para el calentamiento T1.

El procedimiento consiste en colocar las curvas en caliente/frío del Sepam debajo de las del motor.

Figura 1: curva de resistencia térmica del motor y de disparo de la imagen térmica



Para una sobrecarga de 2Ib, se obtiene el valor t/T1 = 0,0339 (2).

Para que el Sepam dispare en el nivel del punto 1 (t = 70 s), T1 vale 2.065 s ≈ 34 mn.

Con un ajuste de T1 = 34 mn, se obtiene el tiempo de disparo a partir de un estado en frío (punto 2). Éste vale en ese caso t/T1 = 0,3216 ⇒ t = 665 s o bien ≈ 11 mn lo cual es compatible con la resistencia térmica del motor en frío.

El factor de componente inverso K se calcula con la ecuación definida en página 86.

Los parámetros del 2º ejemplar de imagen térmica no necesitan ajustarse.

Por defecto, no se tienen en cuenta.

Ejemplo 3

Disponemos de los siguientes datos:
- resistencia térmica del motor en forma de curvas en caliente y en frío (ver las curvas de trazo continuo de la figura 2)
- constante de tiempo en el enfriamiento T2
- corriente máxima en régimen permanente: Imáx/Ib = 1,1.

La determinación de los parámetros de la imagen térmica es similar a la descrita en el ejemplo anterior.

Ajuste del umbral de disparo Es2

Es2 = $(Imáx/Ib)^2$ = 120%

Ajuste del umbral de alarma Es1

Es1 = 90% (I/Ib = 0,95).

La constante de tiempo T1 se calcula para que la imagen térmica se dispare al cabo de 100 s (punto 1).

Con t/T1 = 0,069 (I/Ib = 2 y Es2 = 120%):

⇒ T1 = 100 s / 0,069 = 1.449 s ≈ 24 mn.

El tiempo de disparo a partir del estado frío vale:

t/T1 = 0,3567 ⇒ t = 24 mn x 0,3567 = 513 s (punto 2').

Este tiempo de disparo es demasiado largo porque el límite para esta corriente de sobrecarga es de 400 s (punto 2).

Si bajamos la constante de tiempo T1, la imagen térmica se disparará antes y por debajo del punto 2.

También existe en este caso el riesgo de que ya no sea posible arrancar el motor en caliente (ver figura 2 en la que una curva en caliente más baja del Sepam cruzará la curva del arranque con U = 0,9 Un).

El **parámetro Es0** es un ajuste que permite resolver estas diferencias reduciendo la curva en frío del Sepam sin mover la curva en caliente.

En el ejemplo actual, la imagen térmica se debe disparar al cabo de 400 s a partir de un estado en frío.

La obtención del valor Es0 se define por la siguiente ecuación:

$$Es0 = \left[\frac{I_{tratado}}{I_b}\right]^2 - e^{\frac{t_{necesario}}{T_1}} \times \left[\left[\frac{I_{tratado}}{I_b}\right]^2 - Es2\right]$$

con:

$t_{necesario}$: tiempo de disparo necesario a partir de un estado frío.

$I_{tratado}$: corriente del equipo.

(1)Cuando el fabricante de la máquina proporciona a la vez una constante de tiempo T1 y las curvas en caliente/frío de la máquina, se recomienda utilizar las curvas ya que éstas son más precisas.

(2)Se pueden utilizar los cuadros que contienen los valores numéricos de la curva en caliente del Sepam o bien utilizar la ecuación de esta curva que figura en el apartado sobre funcionamiento en página 86.

Imagen térmica de máquina
Código ANSI 49 RMS
Ejemplos de ajustes

En valores numéricos se obtiene por lo tanto:

$$\mathbf{Es0} = \mathbf{4} - \mathbf{e}^{\frac{400\ s}{24 \times 60\ s}} \times \left[\mathbf{4} - (\mathbf{1,2})\right] = \mathbf{0,3035} \approx (\mathbf{31\%})$$

Si se ajusta un valor de Es0 = 31%, se desplaza el punto 2' hacia abajo para obtener un tiempo de disparo más corto y compatible con la resistencia térmica del motor en frío (ver figura 3).
Observación: Un ajuste Es0 = 100% significa que las curvas en caliente y en frío son idénticas.

Figura 2: curvas en caliente/frío compatibles con la resistencia térmica del motor

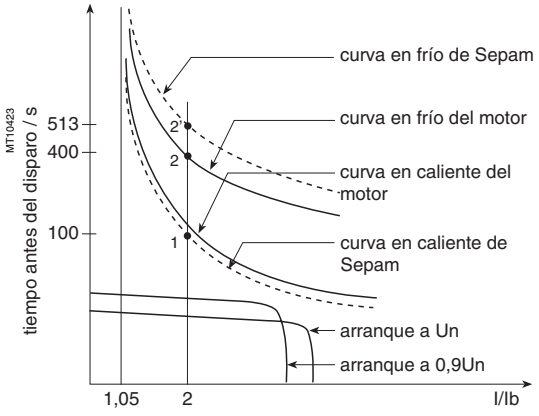
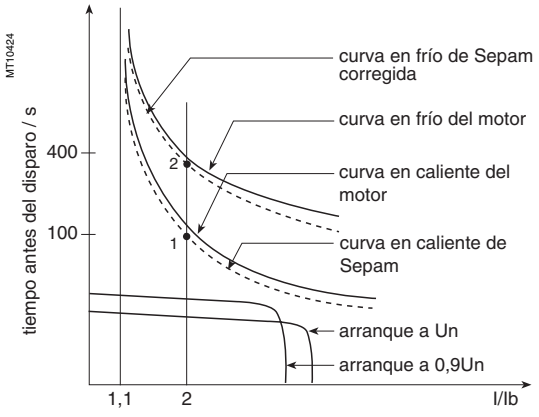
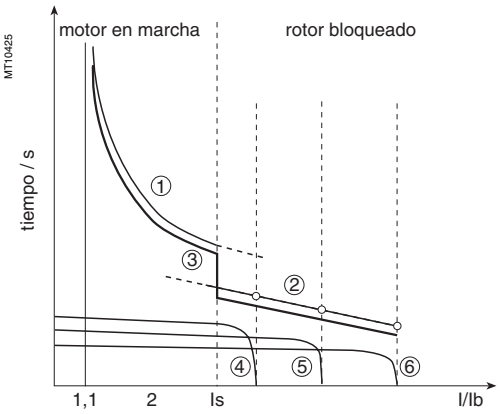


Figura 3: curvas en caliente/frío compatibles con la resistencia térmica del motor a través del parametraje de un calentamiento inicial Es0



Utilización del juego de ajuste suplementario
Cuando el rotor de un motor se bloquea o gira muy lentamente, su comportamiento térmico es diferente al comportamiento con carga nominal.
En estas condiciones, el motor resulta dañado por un calentamiento excesivo del rotor o del estátor. Para los motores de gran potencia, el calentamiento del rotor es a menudo un factor restrictivo.
Los parámetros de la imagen térmica elegidos para el funcionamiento con sobrecarga baja ya no son válidos.
Con el fin de proteger el motor en ese caso, puede utilizarse una protección de "arranque demasiado largo".
De todos modos, los fabricantes de motores proporcionan las curvas de resistencia térmica cuando el rotor se bloquea, y ello para diferentes tensiones durante el arranque.

Figura 4: Resistencia térmica de rotor bloqueado



① :resistencia térmica, motor en funcionamiento
② : resistencia térmica, con el motor parado
③ : curva de disparo de Sepam
④ : arranque a 65% Un
⑤ : arranque a 80% Un
⑥ : arranque a 100% Un

Para considerar estas curvas, puede utilizarse el 2º ejemplar de la imagen térmica. La constante de tiempo en ese caso es a priori más corta; no obstante, debe estar determinada del mismo modo que la constante del 1er ejemplar.
La protección de la imagen térmica cambia entre el primero y el segundo ejemplar si la corriente equivalente Ieq supera al valor Is (corriente de umbral).

Ejemplo 4: transformador con 2 modos de ventilación

Disponemos de los siguientes datos:
La corriente nominal de un transformador con 2 modos de ventilación es:
- Ib = 200 A sin ventilación forzada (modo ONAN), régimen de funcionamiento principal del transformador
- Ib = 240 A con ventilación forzada (modo ONAF), régimen de funcionamiento temporal, para disponer del 20% de potencia suplementaria

Ajuste de la intensidad básica del régimen térmico 1: Ib = 200 A
(ajustar en los parámetros generales de Sepam).
Ajuste de la intensidad básica del régimen térmico 2: Ib2 = 240 A
(ajustar entre los ajustes propios de la protección de imagen térmica).
El cambio de régimen por entrada lógica se asigna a la función de "cambio de régimen térmico" y se conecta al mando de ventilación del transformador.
Los ajustes relativos a cada régimen térmico (umbrales Es, constantes de tiempo, etc.) se determinan en función de las características del transformador suministradas por el fabricante.

Imagen térmica de máquina
Código ANSI 49 RMS
Curvas de disparo

Curvas en frío para Es0 = 0

I/Ib Es (%)	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
50	0,6931	0,6042	0,5331	0,4749	0,4265	0,3857	0,3508	0,3207	0,2945	0,2716	0,2513	0,2333	0,2173	0,2029	0,1900	0,1782	0,1676
55	0,7985	0,6909	0,6061	0,5376	0,4812	0,4339	0,3937	0,3592	0,3294	0,3033	0,2803	0,2600	0,2419	0,2257	0,2111	0,1980	0,1860
60	0,9163	0,7857	0,6849	0,6046	0,5390	0,4845	0,4386	0,3993	0,3655	0,3360	0,3102	0,2873	0,2671	0,2490	0,2327	0,2181	0,2048
65	1,0498	0,8905	0,7704	0,6763	0,6004	0,5379	0,4855	0,4411	0,4029	0,3698	0,3409	0,3155	0,2929	0,2728	0,2548	0,2386	0,2239
70	1,2040	1,0076	0,8640	0,7535	0,6657	0,5942	0,5348	0,4847	0,4418	0,4049	0,3727	0,3444	0,3194	0,2972	0,2774	0,2595	0,2434
75	1,3863	1,1403	0,9671	0,8373	0,7357	0,6539	0,5866	0,5302	0,4823	0,4412	0,4055	0,3742	0,3467	0,3222	0,3005	0,2809	0,2633
80	1,6094	1,2933	1,0822	0,9287	0,8109	0,7174	0,6413	0,5780	0,5245	0,4788	0,4394	0,4049	0,3747	0,3479	0,3241	0,3028	0,2836
85	1,8971	1,4739	1,2123	1,0292	0,8923	0,7853	0,6991	0,6281	0,5686	0,5180	0,4745	0,4366	0,4035	0,3743	0,3483	0,3251	0,3043
90	2,3026	1,6946	1,3618	1,1411	0,9808	0,8580	0,7605	0,6809	0,6147	0,5587	0,5108	0,4694	0,4332	0,4013	0,3731	0,3480	0,3254
95		1,9782	1,5377	1,2670	1,0780	0,9365	0,8258	0,7366	0,6630	0,6012	0,5486	0,5032	0,4638	0,4292	0,3986	0,3714	0,3470
100		2,3755	1,7513	1,4112	1,1856	1,0217	0,8958	0,7956	0,7138	0,6455	0,5878	0,5383	0,4953	0,4578	0,4247	0,3953	0,3691
105		3,0445	2,0232	1,5796	1,3063	1,1147	0,9710	0,8583	0,7673	0,6920	0,6286	0,5746	0,5279	0,4872	0,4515	0,4199	0,3917
110			2,3979	1,7824	1,4435	1,2174	1,0524	0,9252	0,8238	0,7406	0,6712	0,6122	0,5616	0,5176	0,4790	0,4450	0,4148
115			3,0040	2,0369	1,6025	1,3318	1,1409	0,9970	0,8837	0,7918	0,7156	0,6514	0,5964	0,5489	0,5074	0,4708	0,4384
120				2,3792	1,7918	1,4610	1,2381	1,0742	0,9474	0,8457	0,7621	0,6921	0,6325	0,5812	0,5365	0,4973	0,4626
125				2,9037	2,0254	1,6094	1,3457	1,1580	1,0154	0,9027	0,8109	0,7346	0,6700	0,6146	0,5666	0,5245	0,4874
130					2,3308	1,7838	1,4663	1,2493	1,0885	0,9632	0,8622	0,7789	0,7089	0,6491	0,5975	0,5525	0,5129
135					2,7726	1,9951	1,6035	1,3499	1,1672	1,0275	0,9163	0,8253	0,7494	0,6849	0,6295	0,5813	0,5390
140						2,2634	1,7626	1,4618	1,2528	1,0962	0,9734	0,8740	0,7916	0,7220	0,6625	0,6109	0,5658
145						2,6311	1,9518	1,5877	1,3463	1,1701	1,0341	0,9252	0,8356	0,7606	0,6966	0,6414	0,5934
150						3,2189	2,1855	1,7319	1,4495	1,2498	1,0986	0,9791	0,8817	0,8007	0,7320	0,6729	0,6217
155							2,4908	1,9003	1,5645	1,3364	1,1676	1,0361	0,9301	0,8424	0,7686	0,7055	0,6508
160							2,9327	2,1030	1,6946	1,4313	1,2417	1,0965	0,9808	0,8860	0,8066	0,7391	0,6809
165								2,3576	1,8441	1,5361	1,3218	1,1609	1,0343	0,9316	0,8461	0,7739	0,7118
170								2,6999	2,0200	1,6532	1,4088	1,2296	1,0908	0,9793	0,8873	0,8099	0,7438
175								3,2244	2,2336	1,7858	1,5041	1,3035	1,1507	1,0294	0,9302	0,8473	0,7768
180									2,5055	1,9388	1,6094	1,3832	1,2144	1,0822	0,9751	0,8861	0,8109
185									2,8802	2,1195	1,7272	1,4698	1,2825	1,1379	1,0220	0,9265	0,8463
190									3,4864	2,3401	1,8608	1,5647	1,3555	1,1970	1,0713	0,9687	0,8829
195										2,6237	2,0149	1,6695	1,4343	1,2597	1,1231	1,0126	0,9209
200										3,0210	2,1972	1,7866	1,5198	1,3266	1,1778	1,0586	0,9605

Imagen térmica de máquina
Código ANSI 49 RMS
Curvas de disparo

Curvas en frío para Es0 = 0

I/Ib Es (%)	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60
50	0,1579	0,1491	0,1410	0,1335	0,1090	0,0908	0,0768	0,0659	0,0572	0,0501	0,0442	0,0393	0,0352	0,0317	0,0288	0,0262	0,0239
55	0,1752	0,1653	0,1562	0,1479	0,1206	0,1004	0,0849	0,0727	0,0631	0,0552	0,0487	0,0434	0,0388	0,0350	0,0317	0,0288	0,0263
60	0,1927	0,1818	0,1717	0,1625	0,1324	0,1100	0,0929	0,0796	0,069	0,0604	0,0533	0,0474	0,0424	0,0382	0,0346	0,0315	0,0288
65	0,2106	0,1985	0,1875	0,1773	0,1442	0,1197	0,1011	0,0865	0,075	0,0656	0,0579	0,0515	0,0461	0,0415	0,0375	0,0342	0,0312
70	0,2288	0,2156	0,2035	0,1924	0,1562	0,1296	0,1093	0,0935	0,081	0,0708	0,0625	0,0555	0,0497	0,0447	0,0405	0,0368	0,0336
75	0,2474	0,2329	0,2197	0,2076	0,1684	0,1395	0,1176	0,1006	0,087	0,0761	0,0671	0,0596	0,0533	0,0480	0,0434	0,0395	0,0361
80	0,2662	0,2505	0,2362	0,2231	0,1807	0,1495	0,1260	0,1076	0,0931	0,0813	0,0717	0,0637	0,0570	0,0513	0,0464	0,0422	0,0385
85	0,2855	0,2685	0,2530	0,2389	0,1931	0,1597	0,1344	0,1148	0,0992	0,0867	0,0764	0,0678	0,0607	0,0546	0,0494	0,0449	0,0410
90	0,3051	0,2868	0,2701	0,2549	0,2057	0,1699	0,1429	0,1219	0,1054	0,092	0,0811	0,0720	0,0644	0,0579	0,0524	0,0476	0,0435
95	0,3251	0,3054	0,2875	0,2712	0,2185	0,1802	0,1514	0,1292	0,1116	0,0974	0,0858	0,0761	0,0681	0,0612	0,0554	0,0503	0,0459
100	0,3456	0,3244	0,3051	0,2877	0,2314	0,1907	0,1601	0,1365	0,1178	0,1028	0,0905	0,0803	0,0718	0,0645	0,0584	0,0530	0,0484
105	0,3664	0,3437	0,3231	0,3045	0,2445	0,2012	0,1688	0,1438	0,1241	0,1082	0,0952	0,0845	0,0755	0,0679	0,0614	0,0558	0,0509
110	0,3877	0,3634	0,3415	0,3216	0,2578	0,2119	0,1776	0,1512	0,1304	0,1136	0,1000	0,0887	0,0792	0,0712	0,0644	0,0585	0,0534
115	0,4095	0,3835	0,3602	0,3390	0,2713	0,2227	0,1865	0,1586	0,1367	0,1191	0,1048	0,0929	0,0830	0,0746	0,0674	0,0612	0,0559
120	0,4317	0,4041	0,3792	0,3567	0,2849	0,2336	0,1954	0,1661	0,1431	0,1246	0,1096	0,0972	0,0868	0,0780	0,0705	0,0640	0,0584
125	0,4545	0,4250	0,3986	0,3747	0,2988	0,2446	0,2045	0,1737	0,1495	0,1302	0,1144	0,1014	0,0905	0,0813	0,0735	0,0667	0,0609
130	0,4778	0,4465	0,4184	0,3930	0,3128	0,2558	0,2136	0,1813	0,156	0,1358	0,1193	0,1057	0,0943	0,0847	0,0766	0,0695	0,0634
135	0,5016	0,4683	0,4386	0,4117	0,3270	0,2671	0,2228	0,1890	0,1625	0,1414	0,1242	0,1100	0,0982	0,0881	0,0796	0,0723	0,0659
140	0,5260	0,4907	0,4591	0,4308	0,3414	0,2785	0,2321	0,1967	0,1691	0,147	0,1291	0,1143	0,1020	0,0916	0,0827	0,0751	0,0685
145	0,5511	0,5136	0,4802	0,4502	0,3561	0,2900	0,2414	0,2045	0,1757	0,1527	0,1340	0,1187	0,1058	0,0950	0,0858	0,0778	0,0710
150	0,5767	0,5370	0,5017	0,4700	0,3709	0,3017	0,2509	0,2124	0,1823	0,1584	0,1390	0,1230	0,1097	0,0984	0,0889	0,0806	0,0735
155	0,6031	0,5610	0,5236	0,4902	0,3860	0,3135	0,2604	0,2203	0,189	0,1641	0,1440	0,1274	0,1136	0,1019	0,0920	0,0834	0,0761
160	0,6302	0,5856	0,5461	0,5108	0,4013	0,3254	0,2701	0,2283	0,1957	0,1699	0,1490	0,1318	0,1174	0,1054	0,0951	0,0863	0,0786
165	0,6580	0,6108	0,5690	0,5319	0,4169	0,3375	0,2798	0,2363	0,2025	0,1757	0,1540	0,1362	0,1213	0,1088	0,0982	0,0891	0,0812
170	0,6866	0,6366	0,5925	0,5534	0,4327	0,3498	0,2897	0,2444	0,2094	0,1815	0,1591	0,1406	0,1253	0,1123	0,1013	0,0919	0,0838
175	0,7161	0,6631	0,6166	0,5754	0,4487	0,3621	0,2996	0,2526	0,2162	0,1874	0,1641	0,1451	0,1292	0,1158	0,1045	0,0947	0,0863
180	0,7464	0,6904	0,6413	0,5978	0,4651	0,3747	0,3096	0,2608	0,2231	0,1933	0,1693	0,1495	0,1331	0,1193	0,1076	0,0976	0,0889
185	0,7777	0,7184	0,6665	0,6208	0,4816	0,3874	0,3197	0,2691	0,2301	0,1993	0,1744	0,1540	0,1371	0,1229	0,1108	0,1004	0,0915
190	0,8100	0,7472	0,6925	0,6444	0,4985	0,4003	0,3300	0,2775	0,2371	0,2052	0,1796	0,1585	0,1411	0,1264	0,1140	0,1033	0,0941
195	0,8434	0,7769	0,7191	0,6685	0,5157	0,4133	0,3403	0,2860	0,2442	0,2113	0,1847	0,1631	0,1451	0,1300	0,1171	0,1062	0,0967
200	0,8780	0,8075	0,7465	0,6931	0,5331	0,4265	0,3508	0,2945	0,2513	0,2173	0,1900	0,1676	0,1491	0,1335	0,1203	0,1090	0,0993

Imagen térmica de máquina
Código ANSI 49 RMS
Curvas de disparo

Curvas en frío para Es0 = 0

I/Ib Es (%)	4,80	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00
50	0,0219	0,0202	0,0167	0,0140	0,0119	0,0103	0,0089	0,0078	0,0069	0,0062	0,0056	0,0050	0,0032	0,0022	0,0016	0,0013
55	0,0242	0,0222	0,0183	0,0154	0,0131	0,0113	0,0098	0,0086	0,0076	0,0068	0,0061	0,0055	0,0035	0,0024	0,0018	0,0014
60	0,0264	0,0243	0,0200	0,0168	0,0143	0,0123	0,0107	0,0094	0,0083	0,0074	0,0067	0,0060	0,0038	0,0027	0,0020	0,0015
65	0,0286	0,0263	0,0217	0,0182	0,0155	0,0134	0,0116	0,0102	0,0090	0,0081	0,0072	0,0065	0,0042	0,0029	0,0021	0,0016
70	0,0309	0,0284	0,0234	0,0196	0,0167	0,0144	0,0125	0,0110	0,0097	0,0087	0,0078	0,0070	0,0045	0,0031	0,0023	0,0018
75	0,0331	0,0305	0,0251	0,0211	0,0179	0,0154	0,0134	0,0118	0,0104	0,0093	0,0083	0,0075	0,0048	0,0033	0,0025	0,0019
80	0,0353	0,0325	0,0268	0,0225	0,0191	0,0165	0,0143	0,0126	0,0111	0,0099	0,0089	0,0080	0,0051	0,0036	0,0026	0,0020
85	0,0376	0,0346	0,0285	0,0239	0,0203	0,0175	0,0152	0,0134	0,0118	0,0105	0,0095	0,0085	0,0055	0,0038	0,0028	0,0021
90	0,0398	0,0367	0,0302	0,0253	0,0215	0,0185	0,0161	0,0142	0,0125	0,0112	0,0100	0,0090	0,0058	0,0040	0,0029	0,0023
95	0,0421	0,0387	0,0319	0,0267	0,0227	0,0196	0,0170	0,0150	0,0132	0,0118	0,0106	0,0095	0,0061	0,0042	0,0031	0,0024
100	0,0444	0,0408	0,0336	0,0282	0,0240	0,0206	0,0179	0,0157	0,0139	0,0124	0,0111	0,0101	0,0064	0,0045	0,0033	0,0025
105	0,0466	0,0429	0,0353	0,0296	0,0252	0,0217	0,0188	0,0165	0,0146	0,0130	0,0117	0,0106	0,0067	0,0047	0,0034	0,0026
110	0,0489	0,0450	0,0370	0,0310	0,0264	0,0227	0,0197	0,0173	0,0153	0,0137	0,0123	0,0111	0,0071	0,0049	0,0036	0,0028
115	0,0512	0,0471	0,0388	0,0325	0,0276	0,0237	0,0207	0,0181	0,0160	0,0143	0,0128	0,0116	0,0074	0,0051	0,0038	0,0029
120	0,0535	0,0492	0,0405	0,0339	0,0288	0,0248	0,0216	0,0189	0,0167	0,0149	0,0134	0,0121	0,0077	0,0053	0,0039	0,0030
125	0,0558	0,0513	0,0422	0,0353	0,0300	0,0258	0,0225	0,0197	0,0175	0,0156	0,0139	0,0126	0,0080	0,0056	0,0041	0,0031
130	0,0581	0,0534	0,0439	0,0368	0,0313	0,0269	0,0234	0,0205	0,0182	0,0162	0,0145	0,0131	0,0084	0,0058	0,0043	0,0033
135	0,0604	0,0555	0,0457	0,0382	0,0325	0,0279	0,0243	0,0213	0,0189	0,0168	0,0151	0,0136	0,0087	0,0060	0,0044	0,0034
140	0,0627	0,0576	0,0474	0,0397	0,0337	0,0290	0,0252	0,0221	0,0196	0,0174	0,0156	0,0141	0,0090	0,0062	0,0046	0,0035
145	0,0650	0,0598	0,0491	0,0411	0,0349	0,0300	0,0261	0,0229	0,0203	0,0181	0,0162	0,0146	0,0093	0,0065	0,0047	0,0036
150	0,0673	0,0619	0,0509	0,0426	0,0361	0,0311	0,0270	0,0237	0,0210	0,0187	0,0168	0,0151	0,0096	0,0067	0,0049	0,0038
155	0,0696	0,0640	0,0526	0,0440	0,0374	0,0321	0,0279	0,0245	0,0217	0,0193	0,0173	0,0156	0,0100	0,0069	0,0051	0,0039
160	0,0720	0,0661	0,0543	0,0455	0,0386	0,0332	0,0289	0,0253	0,0224	0,0200	0,0179	0,0161	0,0103	0,0071	0,0052	0,0040
165	0,0743	0,0683	0,0561	0,0469	0,0398	0,0343	0,0298	0,0261	0,0231	0,0206	0,0185	0,0166	0,0106	0,0074	0,0054	0,0041
170	0,0766	0,0704	0,0578	0,0484	0,0411	0,0353	0,0307	0,0269	0,0238	0,0212	0,0190	0,0171	0,0109	0,0076	0,0056	0,0043
175	0,0790	0,0726	0,0596	0,0498	0,0423	0,0364	0,0316	0,0277	0,0245	0,0218	0,0196	0,0177	0,0113	0,0078	0,0057	0,0044
180	0,0813	0,0747	0,0613	0,0513	0,0435	0,0374	0,0325	0,0285	0,0252	0,0225	0,0201	0,0182	0,0116	0,0080	0,0059	0,0045
185	0,0837	0,0769	0,0631	0,0528	0,0448	0,0385	0,0334	0,0293	0,0259	0,0231	0,0207	0,0187	0,0119	0,0083	0,0061	0,0046
190	0,0861	0,0790	0,0649	0,0542	0,0460	0,0395	0,0344	0,0301	0,0266	0,0237	0,0213	0,0192	0,0122	0,0085	0,0062	0,0048
195	0,0884	0,0812	0,0666	0,0557	0,0473	0,0406	0,0353	0,0309	0,0274	0,0244	0,0218	0,0197	0,0126	0,0087	0,0064	0,0049
200	0,0908	0,0834	0,0684	0,0572	0,0485	0,0417	0,0362	0,0317	0,0281	0,0250	0,0224	0,0202	0,0129	0,0089	0,0066	0,0050

Imagen térmica de máquina
Código ANSI 49 RMS
Curvas de disparo

Curvas en caliente para Es0 = 0

I/Ib Es (%)	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80
105		0,6690	0,2719	0,1685	0,1206	0,0931	0,0752	0,0627	0,0535	0,0464	0,0408	0,0363	0,0326	0,0295	0,0268	0,0245	0,0226
110		3,7136	0,6466	0,3712	0,2578	0,1957	0,1566	0,1296	0,1100	0,0951	0,0834	0,0740	0,0662	0,0598	0,0544	0,0497	0,0457
115			1,2528	0,6257	0,4169	0,3102	0,2451	0,2013	0,1699	0,1462	0,1278	0,1131	0,1011	0,0911	0,0827	0,0755	0,0693
120			3,0445	0,9680	0,6061	0,4394	0,3423	0,2786	0,2336	0,2002	0,1744	0,1539	0,1372	0,1234	0,1118	0,1020	0,0935
125				1,4925	0,8398	0,5878	0,4499	0,3623	0,3017	0,2572	0,2231	0,1963	0,1747	0,1568	0,1419	0,1292	0,1183
130				2,6626	1,1451	0,7621	0,5705	0,4537	0,3747	0,3176	0,2744	0,2407	0,2136	0,1914	0,1728	0,1572	0,1438
135					1,5870	0,9734	0,7077	0,5543	0,4535	0,3819	0,3285	0,2871	0,2541	0,2271	0,2048	0,1860	0,1699
140					2,3979	1,2417	0,8668	0,6662	0,5390	0,4507	0,3857	0,3358	0,2963	0,2643	0,2378	0,2156	0,1967
145						1,6094	1,0561	0,7921	0,6325	0,5245	0,4463	0,3869	0,3403	0,3028	0,2719	0,2461	0,2243
150						2,1972	1,2897	0,9362	0,7357	0,6042	0,5108	0,4408	0,3864	0,3429	0,3073	0,2776	0,2526
155						3,8067	1,5950	1,1047	0,8508	0,6909	0,5798	0,4978	0,4347	0,3846	0,3439	0,3102	0,2817
160							2,0369	1,3074	0,9808	0,7857	0,6539	0,5583	0,4855	0,4282	0,3819	0,3438	0,3118
165							2,8478	1,5620	1,1304	0,8905	0,7340	0,6226	0,5390	0,4738	0,4215	0,3786	0,3427
170								1,9042	1,3063	1,0076	0,8210	0,6914	0,5955	0,5215	0,4626	0,4146	0,3747
175								2,4288	1,5198	1,1403	0,9163	0,7652	0,6554	0,5717	0,5055	0,4520	0,4077
180								3,5988	1,7918	1,2933	1,0217	0,8449	0,7191	0,6244	0,5504	0,4908	0,4418
185									2,1665	1,4739	1,1394	0,9316	0,7872	0,6802	0,5974	0,5312	0,4772
190									2,7726	1,6946	1,2730	1,0264	0,8602	0,7392	0,6466	0,5733	0,5138
195									4,5643	1,9782	1,4271	1,1312	0,9390	0,8019	0,6985	0,6173	0,5518
200										2,3755	1,6094	1,2483	1,0245	0,8688	0,7531	0,6633	0,5914

I/Ib Es (%)	1,85	1,90	1,95	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60
105	0,0209	0,0193	0,0180	0,0168	0,0131	0,0106	0,0087	0,0073	0,0063	0,0054	0,0047	0,0042	0,0037	0,0033	0,0030	0,0027	0,0025
110	0,0422	0,0391	0,0363	0,0339	0,0264	0,0212	0,0175	0,0147	0,0126	0,0109	0,0095	0,0084	0,0075	0,0067	0,0060	0,0055	0,0050
115	0,0639	0,0592	0,0550	0,0513	0,0398	0,0320	0,0264	0,0222	0,0189	0,0164	0,0143	0,0126	0,0112	0,0101	0,0091	0,0082	0,0075
120	0,0862	0,0797	0,0740	0,0690	0,0535	0,0429	0,0353	0,0297	0,0253	0,0219	0,0191	0,0169	0,0150	0,0134	0,0121	0,0110	0,0100
125	0,1089	0,1007	0,0934	0,0870	0,0673	0,0540	0,0444	0,0372	0,0317	0,0274	0,0240	0,0211	0,0188	0,0168	0,0151	0,0137	0,0125
130	0,1322	0,1221	0,1132	0,1054	0,0813	0,0651	0,0535	0,0449	0,0382	0,0330	0,0288	0,0254	0,0226	0,0202	0,0182	0,0165	0,0150
135	0,1560	0,1440	0,1334	0,1241	0,0956	0,0764	0,0627	0,0525	0,0447	0,0386	0,0337	0,0297	0,0264	0,0236	0,0213	0,0192	0,0175
140	0,1805	0,1664	0,1540	0,1431	0,1100	0,0878	0,0720	0,0603	0,0513	0,0443	0,0386	0,0340	0,0302	0,0270	0,0243	0,0220	0,0200
145	0,2055	0,1892	0,1750	0,1625	0,1246	0,0993	0,0813	0,0681	0,0579	0,0499	0,0435	0,0384	0,0341	0,0305	0,0274	0,0248	0,0226
150	0,2312	0,2127	0,1965	0,1823	0,1395	0,1110	0,0908	0,0759	0,0645	0,0556	0,0485	0,0427	0,0379	0,0339	0,0305	0,0276	0,0251
155	0,2575	0,2366	0,2185	0,2025	0,1546	0,1228	0,1004	0,0838	0,0712	0,0614	0,0535	0,0471	0,0418	0,0374	0,0336	0,0304	0,0277
160	0,2846	0,2612	0,2409	0,2231	0,1699	0,1347	0,1100	0,0918	0,0780	0,0671	0,0585	0,0515	0,0457	0,0408	0,0367	0,0332	0,0302
165	0,3124	0,2864	0,2639	0,2442	0,1855	0,1468	0,1197	0,0999	0,0847	0,0729	0,0635	0,0559	0,0496	0,0443	0,0398	0,0360	0,0328
170	0,3410	0,3122	0,2874	0,2657	0,2012	0,1591	0,1296	0,1080	0,0916	0,0788	0,0686	0,0603	0,0535	0,0478	0,0430	0,0389	0,0353
175	0,3705	0,3388	0,3115	0,2877	0,2173	0,1715	0,1395	0,1161	0,0984	0,0847	0,0737	0,0648	0,0574	0,0513	0,0461	0,0417	0,0379
180	0,4008	0,3660	0,3361	0,3102	0,2336	0,1840	0,1495	0,1244	0,1054	0,0906	0,0788	0,0692	0,0614	0,0548	0,0493	0,0446	0,0405
185	0,4321	0,3940	0,3614	0,3331	0,2502	0,1967	0,1597	0,1327	0,1123	0,0965	0,0839	0,0737	0,0653	0,0583	0,0524	0,0474	0,0431
190	0,4644	0,4229	0,3873	0,3567	0,2671	0,2096	0,1699	0,1411	0,1193	0,1025	0,0891	0,0782	0,0693	0,0619	0,0556	0,0503	0,0457
195	0,4978	0,4525	0,4140	0,3808	0,2842	0,2226	0,1802	0,1495	0,1264	0,1085	0,0943	0,0828	0,0733	0,0654	0,0588	0,0531	0,0483
200	0,5324	0,4831	0,4413	0,4055	0,3017	0,2358	0,1907	0,1581	0,1335	0,1145	0,0995	0,0873	0,0773	0,0690	0,0620	0,0560	0,0509

Imagen térmica de máquina
Código ANSI 49 RMS
Curvas de disparo

Curvas en caliente para Es0 = 0

I/Ib Es (%)	4,80	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00
105	0,0023	0,0021	0,0017	0,0014	0,0012	0,0010	0,0009	0,0008	0,0007	0,0006	0,0006	0,0005	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001
110	0,0045	0,0042	0,0034	0,0029	0,0024	0,0021	0,0018	0,0016	0,0014	0,0013	0,0011	0,0010	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003
115	0,0068	0,0063	0,0051	0,0043	0,0036	0,0031	0,0027	0,0024	0,0021	0,0019	0,0017	0,0015	0,0010	0,0007	0,0005	0,0004
120	0,0091	0,0084	0,0069	0,0057	0,0049	0,0042	0,0036	0,0032	0,0028	0,0025	0,0022	0,0020	0,0013	0,0009	0,0007	0,0005
125	0,0114	0,0105	0,0086	0,0072	0,0061	0,0052	0,0045	0,0040	0,0035	0,0031	0,0028	0,0025	0,0016	0,0011	0,0008	0,0006
130	0,0137	0,0126	0,0103	0,0086	0,0073	0,0063	0,0054	0,0048	0,0042	0,0038	0,0034	0,0030	0,0019	0,0013	0,0010	0,0008
135	0,0160	0,0147	0,0120	0,0101	0,0085	0,0073	0,0064	0,0056	0,0049	0,0044	0,0039	0,0035	0,0023	0,0016	0,0011	0,0009
140	0,0183	0,0168	0,0138	0,0115	0,0097	0,0084	0,0073	0,0064	0,0056	0,0050	0,0045	0,0040	0,0026	0,0018	0,0013	0,0010
145	0,0206	0,0189	0,0155	0,0129	0,0110	0,0094	0,0082	0,0072	0,0063	0,0056	0,0051	0,0046	0,0029	0,0020	0,0015	0,0011
150	0,0229	0,0211	0,0172	0,0144	0,0122	0,0105	0,0091	0,0080	0,0070	0,0063	0,0056	0,0051	0,0032	0,0022	0,0016	0,0013
155	0,0253	0,0232	0,0190	0,0158	0,0134	0,0115	0,0100	0,0088	0,0077	0,0069	0,0062	0,0056	0,0035	0,0025	0,0018	0,0014
160	0,0276	0,0253	0,0207	0,0173	0,0147	0,0126	0,0109	0,0096	0,0085	0,0075	0,0067	0,0061	0,0039	0,0027	0,0020	0,0015
165	0,0299	0,0275	0,0225	0,0187	0,0159	0,0136	0,0118	0,0104	0,0092	0,0082	0,0073	0,0066	0,0042	0,0029	0,0021	0,0016
170	0,0323	0,0296	0,0242	0,0202	0,0171	0,0147	0,0128	0,0112	0,0099	0,0088	0,0079	0,0071	0,0045	0,0031	0,0023	0,0018
175	0,0346	0,0317	0,0260	0,0217	0,0183	0,0157	0,0137	0,0120	0,0106	0,0094	0,0084	0,0076	0,0048	0,0034	0,0025	0,0019
180	0,0370	0,0339	0,0277	0,0231	0,0196	0,0168	0,0146	0,0128	0,0113	0,0101	0,0090	0,0081	0,0052	0,0036	0,0026	0,0020
185	0,0393	0,0361	0,0295	0,0246	0,0208	0,0179	0,0155	0,0136	0,0120	0,0107	0,0096	0,0086	0,0055	0,0038	0,0028	0,0021
190	0,0417	0,0382	0,0313	0,0261	0,0221	0,0189	0,0164	0,0144	0,0127	0,0113	0,0101	0,0091	0,0058	0,0040	0,0030	0,0023
195	0,0441	0,0404	0,0330	0,0275	0,0233	0,0200	0,0173	0,0152	0,0134	0,0119	0,0107	0,0096	0,0061	0,0043	0,0031	0,0024
200	0,0464	0,0426	0,0348	0,0290	0,0245	0,0211	0,0183	0,0160	0,0141	0,0126	0,0113	0,0102	0,0065	0,0045	0,0033	0,0025

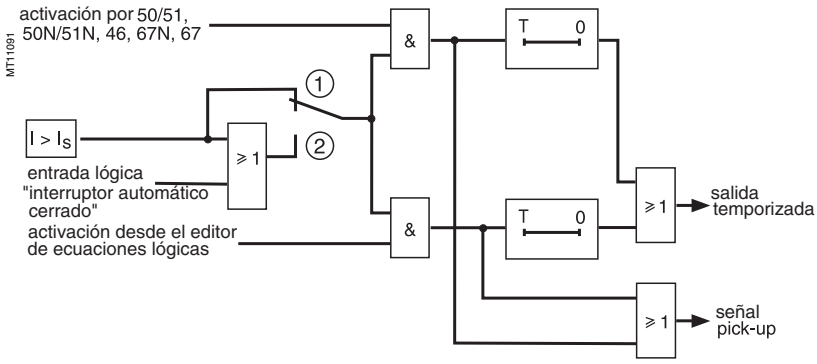
Fallo del disyuntor
Código ANSI 50BF

Protección de emergencia en caso de falta de apertura del interruptor automático.

Funcionamiento

Protección de emergencia que lanza una orden de disparo a los interruptores automáticos situados aguas arriba o adyacentes en caso de que el interruptor afectado no se abra después de una orden de disparo, detectada por la falta de extinción de la corriente de fallo.
La función de "protección contra los fallos de los disyuntores" se activa mediante una orden
de disparo de la salida O1 derivada de las protecciones de máxima corriente (50/51, 50N/51N, 46, 67N, 67). Comprueba la desaparición de la corriente en el intervalo de tiempo especificado por la temporización T. Asimismo, puede considerar la posición del interruptor automático leída en las entradas lógicas para determinar la apertura efectiva del interruptor.
La activación automática de dicha protección requiere el uso de la función de control del disyuntor de la lógica de mando. Una entrada específica puede utilizarse también para activar esta protección desde el editor de ecuaciones lógicas. Esta última posibilidad resulta útil para añadir casos particulares de activación (disparo desde una protección externa, por ejemplo).
La salida temporizada de la protección debe asignarse a una salida lógica por medio de la matriz de control.
El lanzamiento y la parada del contador de temporización T están condicionados por la presencia de una corriente sobre el umbral de ajuste (I > Is).

Esquema de principio



Ajuste: (1) sin consideración de la posición del interruptor automático
(2) con consideración de la posición del interruptor automático

Características

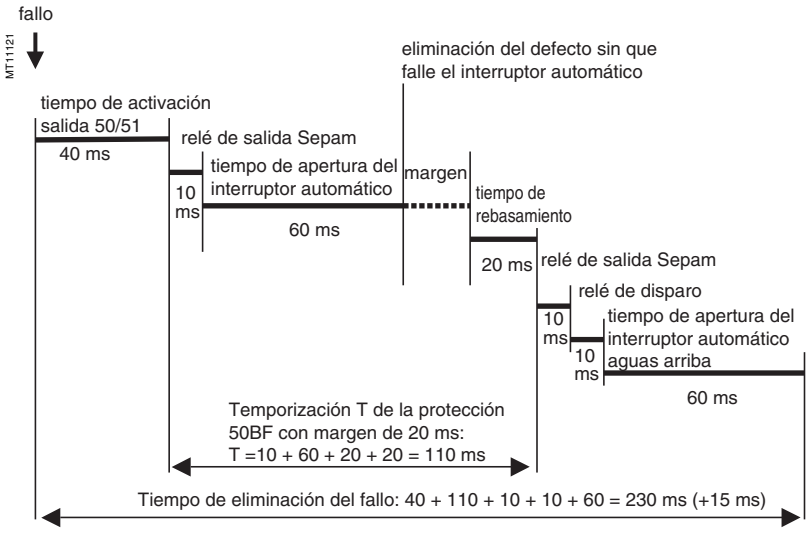
Ajustes		
Umbral Is		
Rango de ajuste	0,2 In a 2 In	
Precisión (1)	±5 %	
Resolución	0,1 A	
Porcentaje de liberación	87,5 %	
Temporización T		
Rango de ajuste	50 ms a 3 s	
Precisión (1)	±2% ó 0 a 15 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Consideración de la posición del disyuntor		
Rango de ajuste	Con / sin	
Tiempos característicos		
Tiempo de rebasamiento	< 20 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P50BF_1_101	
Start 50BF	P50BF_1_107	
Inhibición de la protección	P50BF_1_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P50BF_1_1	
Salida temporizada	P50BF_1_3	■
Protección inhibida	P50BF_1_16	

(1) En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).

Fallo del disyuntor
Código ANSI 50BF

Ejemplo de ajuste

A continuación, se muestra una hipótesis que permite determinar el ajuste de temporización de la función de fallo del interruptor automático:
- ajuste de la protección de máximo de corriente: T = inst
- tiempo de funcionamiento del interruptor automático: 60 ms
- tiempo de funcionamiento del relé auxiliar para abrir el o los interruptores automáticos situados aguas arriba: 10 ms.

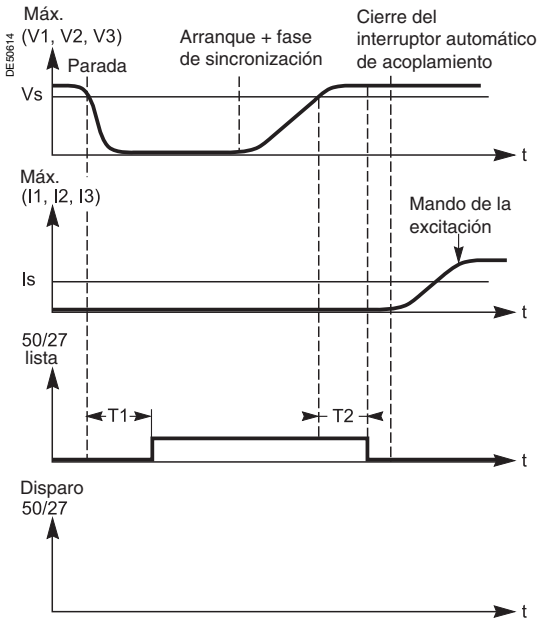

MT11121
fallo
eliminación del defecto sin que falle el interruptor automático
tiempo de activación salida 50/51
40 ms
relé de salida Sepam
10 ms
tiempo de apertura del interruptor automático
60 ms
margen
tiempo de rebasamiento
20 ms
relé de salida Sepam
relé de disparo
10 ms
tiempo de apertura del interruptor automático aguas arriba
10 ms
60 ms
Temporización T de la protección 50BF con margen de 20 ms:
T =10 + 60 + 20 + 20 = 110 ms
Tiempo de eliminación del fallo: 40 + 110 + 10 + 10 + 60 = 230 ms (+15 ms)

La temporización de la función de fallo del disyuntor es la suma de los tiempos siguientes:
- tiempo de activación del relé de salida O1 del Sepam = 10 ms
- tiempo de apertura del interruptor automático = 60 ms
- tiempo de memoria de la función de fallo del interruptor automático = 20 ms

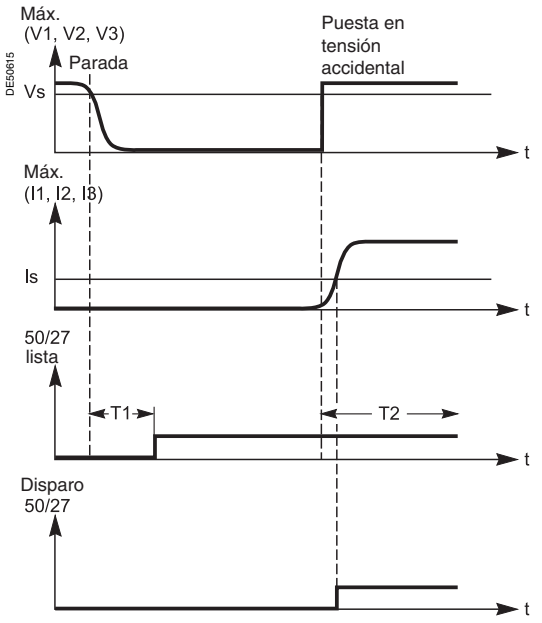
Para evitar un disparo intempestivo de los disyuntores situados aguas arriba, se debe elegir un margen de unos 20 ms.
Por lo tanto, la temporización que se debe ajustar es de 110 ms.

Puesta en tensión accidental
Código ANSI 50/27

Protección contra la puesta en tensión accidental de un generador en la parada.



Ejemplo: parada y arranque normal de un generador.



Ejemplo: parada y arranque accidental de un generador.

Funcionamiento

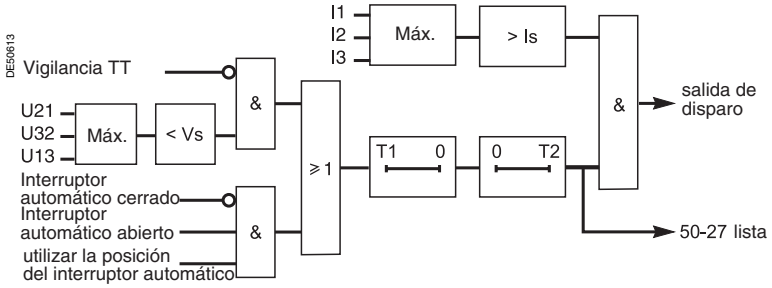
Protección que controla la secuencia de arranque de un generador para detectar su puesta en tensión accidental cuando está parado.
Un generador parado se comporta como un motor si se pone accidentalmente en tensión. Una corriente de arranque aparece produciendo un calentamiento importante y perjudicial para los bobinados de la máquina.

El control de la secuencia de arranque se realiza mediante una protección de máxima corriente instantánea confirmada por una protección de mínima tensión. La protección de mínima tensión tiene asignados:
- un retardo en la subida T1 para insensibilizar la protección en los huecos de tensión
- un mantenimiento de una duración T2 durante la cual se detecta la aparición de una corriente de arranque del generador debida a una puesta en tensión accidental.

La consideración de la posición del interruptor automático permite controlar la calidad de la sincronización. Si en el momento del acoplamiento de la máquina las diferencias de tensión y de frecuencia son muy importantes, en el cierre aparece inmediatamente una corriente que detecta la función.

Cuando la vigilancia TP detecta un problema de medida de las vías de tensión, la parte que afecta a las tensiones se inhibe.

Esquema de principio



Características

Ajustes		
Umbral de corriente		
Rango de ajuste	0,5 a 4 In	
Precisión (1)	±5% ó 0,02 In	
Resolución	1 A	
Porcentaje de liberación	95,5% ó 0,015 In	
Umbral de tensión		
Rango de ajuste	del 10 al 100% de Un	
Precisión (1)		
Resolución	1 %	
Porcentaje de liberación	103 %	
Ajustes avanzados		
Utilización de la posición del interruptor automático		
Rango de ajuste	Utilizado / no utilizado	
Temporización T1		
Rango de ajuste	de 0 a 10 s	
Precisión (1)	± 2% o de -10 ms a +25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Temporización T2		
Rango de ajuste	de 0 a 10 s	
Precisión (1)	± 2% o de -10 ms a +25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Tiempos característicos(1)		
Tiempo de funcionamiento	< 40 ms a 2 Is (30 ms típico)	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P50/27_1_101	
Inhibición de la protección	P50/27_1_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida de disparo	P50/27_1_1	■
Protección inhibida	P50/27_1_16	
Protección lista	P50/27_1_35	

***(1)** En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Puesta en tensión accidental
Código ANSI 50/27

Ejemplo de ajuste

Datos del generador síncrono
- S = 3,15 MVA
- Un1 = 6,3 kV
- Xd = 233%
- X'd = 21%
- X"d = 15%
- el generador está conectado a una red de Pcc = 10 MVA
- la duración máxima de un hueco de tensión tolerado es de 2,5 s.

Para ajustar la protección, es necesario calcular la impedancia de referencia del generador:
- Ib = S/($\sqrt{3}$ .Un1) = 289 A
- Zn = Un1/ ($\sqrt{3}$ .Ib) = 12,59 Ω.

La impedancia de la red es de:
Zpcc = $(Un1)^2$/Pcc = 3,97 Ω.

La corriente de arranque es del orden de:

$$I_{arranque} = \frac{Un1}{\sqrt{3}\left(Zpcc + \frac{X''d}{100} \times Zn\right)} = 621\ A\ .$$

La corriente de umbral está ajustada entre el 20% y el 50% de la corriente de arranque.
.

$$Is = 0,5 \times I_{d\ arranque} \approx 311\ A$$

El umbral de tensión está normalmente ajustado entre el 80% y el 85% de Un.
En el ejemplo, el umbral elegido es Us = 85%.

La temporización T1 está ajustada superior a la duración máxima de un hueco de tensión, por ejemplo T1 = 4 s.

T2 está ajustado de manera a poder detectar la aparición de una corriente durante el arranque.
Se toma por ejemplo T2 = 250 ms.

Máxima intensidad de fase
Código ANSI 50/51

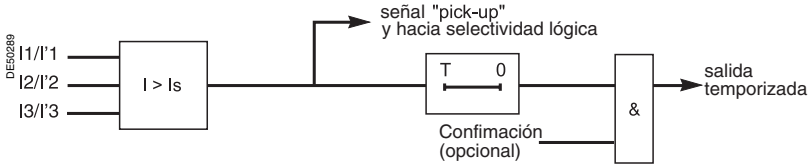
Protección contra las sobreintensidades o las sobrecargas.

Funcionamiento

Protección contra las sobreintensidades o las sobrecargas:
- es trifásica y está temporizada a tiempo independiente o dependiente
- cada uno de los 8 ejemplares dispone de 2 juegos de ajustes. El basculamiento en el juego de ajuste A o B puede realizarse mediante una entrada lógica o un telemando según el parametraje
- para una mejor detección de los fallos lejanos; la protección se puede confirmar mediante:
  - el ejemplar 1 de la protección de mínima tensión o
  - el ejemplar 1 de la protección de máxima tensión inversa
- la curva personalizada, definida punto a punto, se puede utilizar con dicha protección
- un tiempo de mantenimiento ajustable, de tiempo dependiente o independiente, permite la coordinación con los relés electromecánicos y la detección de los fallos de descebado.

Curva de disparo	Tiempo de mantenimiento
Tiempo independiente (DT)	De tiempo independiente
Tiempo inverso (SIT)	De tiempo independiente
Tiempo muy inverso (VIT o LTI)	De tiempo independiente
Tiempo extremadamente inverso (EIT)	De tiempo independiente
Tiempo ultra inverso (UIT)	De tiempo independiente
Curva RI	De tiempo independiente
CEI tiempo inverso SIT / A	De tiempo dependiente o independiente
CEI tiempo muy inverso VIT o LTI / B	De tiempo dependiente o independiente
CEI tiempo extremadamente inverso EIT / C	De tiempo dependiente o independiente
IEEE moderately inverse (CEI / D)	De tiempo dependiente o independiente
IEEE very inverse (CEI / E)	De tiempo dependiente o independiente
IEEE extremely inverse (CEI / F)	De tiempo dependiente o independiente
IAC inversa	De tiempo dependiente o independiente
IAC very inverse	De tiempo dependiente o independiente
IAC extremely inverse	De tiempo dependiente o independiente
Personalizada	De tiempo independiente

Esquema de principio



Máxima intensidad de fase
Código ANSI 50/51

Características

Ajustes		
Origen de la medida		
Rango de ajuste	Vías principales (I) / Vías adicionales (I')	
Curva de disparo		
Rango de ajuste	Ver la página anterior	
Umbral Is		
Rango de ajuste	De tiempo independiente	0,05 In ⩽ Is ⩽ 24 In expresado en amperios
	De tiempo dependiente	0,05 In ⩽ Is ⩽ 2,4 In expresado en amperios
Precisión (1)	±5 %	
Resolución	1 A ó 1 dígito	
Porcentaje de liberación	93,5% (con diferencia de retorno mín. de 0,015 In)	
Temporización T (tiempo de funcionamiento a 10 Is)		
Rango de ajuste	De tiempo independiente	Inst, 50 ms ⩽ T ⩽ 300 s
	De tiempo dependiente	100 ms ⩽ T ⩽ 12,5 s o TMS(2)
Precisión (1)	De tiempo independiente	± 2% o de -10 ms a +25 ms
	De tiempo dependiente	Clase 5 o de -10 ms a +25 ms
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Ajustes avanzados		
Confirmación		
Rango de ajuste	Por mínima tensión (ejemplar 1) Por máxima tensión inversa (ejemplar 1) Sin, ausencia de confirmación	
Tiempo de mantenimiento T1		
Rango de ajuste	De tiempo independiente	0; 0,05 a 300 s
	De tiempo dependiente(3)	de 0,5 a 20 s.
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	Pick up < 35 ms a 2 Is (25 ms típico) Inst < 50 ms a 2 Is (instantáneo confirmado) (típico 35 ms)	
Tiempo de rebasamiento	< 40 ms	
Tiempo de retorno	< 50 ms (para T1 = 0)	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P50/51_x_101	
Inhibición de la protección	P50/51_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P50/51_x_1	
Salida temporizada	P50/51_x_3	■
Drop out	P50/51_x_4	
Defecto fase 1	P50/51_x_7	
Defecto fase 2	P50/51_x_8	
Defecto fase 3	P50/51_x_9	
Protección inhibida	P50/51_x_16	

x: número de ejemplar.
***(1)** En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
***(2)** Rangos de ajuste en modo TMS (Time Multiplier Setting)*
- *inverso (SIT) y CEI SIT/A: de 0,04 a 4,20*
- *muy inverso (VIT) y CEI VIT/B: de 0,07 a 8,33*
- *muy inverso (LTI) y CEI LTI/B: de 0,01 a 0,93*
- *Ext. inverso (EIT) y CEI EIT/C: de 0,13 a 15,47*
- *IEEE moderately inverse: de 0,42 a 51,86*
- *IEEE very inverse: de 0,73 a 90,57*
- *IEEE extremely inverse: de 1,24 a 154,32*
- *IAC inverse: de 0,34 a 42,08*
- *IAC very inverse: de 0,61 a 75,75*
- *IAC extremely inverse: de 1,08 a 134,4.*

***(3)** Únicamente para las curvas de disparos normalizados de tipo CEI, IEEE e IAC.*

Máxima corriente de tierra
Código ANSI 50N/51N o 50G/51G

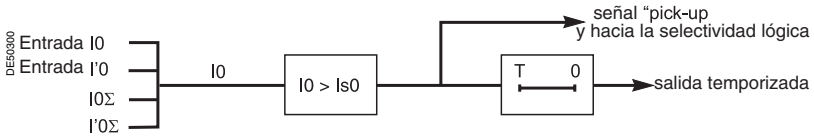
Protección contra los defectos a tierra.

Funcionamiento

Protección contra los defectos a tierra por la medida de la corriente de neutro, homopolar o tierra (protección de masa de cuba):
- está temporizada a tiempo independiente o dependiente
- cada uno de los 8 ejemplares dispone de 2 juegos de ajustes. El basculamiento en el juego de ajuste A o B puede realizarse mediante una entrada lógica o un telemando según el parametraje
- integra una retención de armónico 2 parametrizable que permite una mayor estabilidad en el disparo de los transformadores
- la curva personalizada, definida punto a punto, se puede utilizar con dicha protección
- un tiempo de mantenimiento ajustable, de tiempo dependiente o independiente, permite la coordinación con los relés electromecánicos y la detección de los fallos de descebado
- cada ejemplar se puede ajustar independientemente en una de las dos vías de medida I0 o I'0 o en la suma de las corrientes de fase de las vías principales o adicionales. Combinando las posibilidades en los diferentes ejemplares, es posible:
  - tener umbrales de dinámica diferente
  - tener usos diferentes, por ejemplo, protección homopolar y masa cuba por ejemplo.

Curva de disparo	Tiempo de mantenimiento
Tiempo independiente (DT)	De tiempo independiente
Tiempo inverso (SIT)	De tiempo independiente
Tiempo muy inverso (VIT o LTI)	De tiempo independiente
Tiempo extremadamente inverso (EIT)	De tiempo independiente
Tiempo ultra inverso (UIT)	De tiempo independiente
Curva RI	De tiempo independiente
CEI tiempo inverso SIT / A	De tiempo dependiente o independiente
CEI tiempo muy inverso VIT o LTI / B	De tiempo dependiente o independiente
CEI tiempo extremadamente inverso EIT / C	De tiempo dependiente o independiente
IEEE moderately inverse (CEI / D)	De tiempo dependiente o independiente
IEEE very inverse (CEI / E)	De tiempo dependiente o independiente
IEEE extremely inverse (CEI / F)	De tiempo dependiente o independiente
IAC inversa	De tiempo dependiente o independiente
IAC very inverse	De tiempo dependiente o independiente
IAC extremely inverse	De tiempo dependiente o independiente
Personalizada	De tiempo independiente

Esquema de principio



Máxima corriente de tierra
Código ANSI 50N/51N o 50G/51G

Características

Ajustes		
Origen de la medida		
Rango de ajuste	I0 I'0 I0Σ (suma de las vías de fase principales) I'0Σ (suma de las vías de fase adicionales)	
Curva de disparo		
Rango de ajuste	Ver la página anterior	
Umbral Is0		
Rango de ajuste de tiempo independiente	0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ 15 In0 (mín. 0,1 A) expresado en amperios	
	Suma de los TI	0,01 In ⩽ Is0 ⩽ 15 In (mín. 0,1 A)
	Con captador CSH Calibre 2 A Calibre 20 A	 de 0,1 a 30 A de 0,2 a 300 A
	TI + CSH30	0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ 15 In0 (mín. 0,1 A)
	Toroidal con ACE990	0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ 15 In0 (mín. 0,1 A)
Rango de ajuste de tiempo dependiente	0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ In0 (mín. 0,1 A) expresado en amperios	
	Suma de los TI	0,01 In ⩽ Is0 ⩽ In (mín. 0,1 A)
	Con captador CSH Calibre 2 A Calibre 20 A	 de 0,1 a 2 A de 0,2 a 20 A
	TI + CSH30	0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ In0 (mín. 0,1 A)
	Toroidal con ACE990	0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ In0 (mín. 0,1 A)
Precisión (1)	±5 %	
Resolución	1 A ó 1 dígito	
Porcentaje de liberación	93,5 %	
Temporización T (tiempo de funcionamiento a 10 Is0)		
Rango de ajuste	De tiempo independiente Inst, 50 ms ⩽ T ⩽ 300 s	
	De tiempo dependiente 100 ms ⩽ T ⩽ 12,5 s o TMS(2)	
Precisión (1)	De tiempo independiente ± 2% o de -10 ms a +25 ms	
	De tiempo dependiente Clase 5 o de -10 ms a +25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Ajustes avanzados		
Retención al armónico 2		
Umbral fijo	17 %	
Tiempo de mantenimiento T1		
Rango de ajuste	De tiempo independiente 0; 0,05 a 300 s	
	De tiempo dependiente(3) de 0,5 a 20 s.	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	Pick up < 35 ms a 2 Is0 (25 ms típico) Inst < 50 ms a 2 Is0 (instantáneo confirmado) (típico 35 ms)	
Tiempo de rebasamiento	< 40 ms	
Tiempo de retorno	< 40 ms (para T1 = 0)	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P50N/51N_x_101	
Inhibición de la protección	P50N/51N_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P50N/51N_x_1	
Salida temporizada	P50N/51N_x_3	■
Drop out	P50N/51N_x_4	
Protección inhibida	P50N/51N_x_16	

x: número de ejemplar.

***(1)** En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

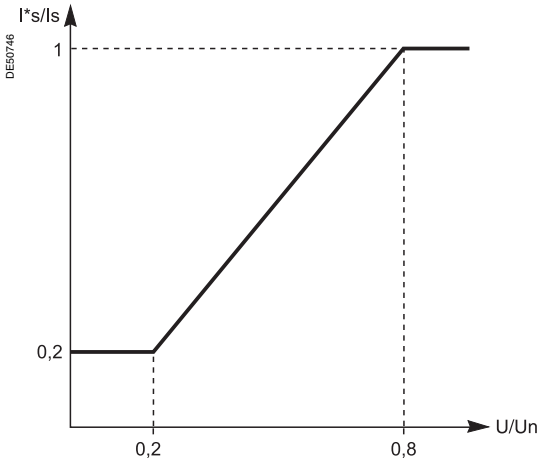
***(2)** Rangos de ajuste en modo TMS (Time Multiplier Setting)*

- *inverso (SIT) y CEI SIT/A: de 0,04 a 4,20*
- *muy inverso (VIT) y CEI VIT/B: de 0,07 a 8,33*
- *muy inverso (LTI) y CEI LTI/B: de 0,01 a 0,93*
- *Ext. inverso (EIT) y CEI EIT/C: de 0,13 a 15,47*
- *IEEE moderately inverse: de 0,42 a 51,86*
- *IEEE very inverse: de 0,73 a 90,57*
- *IEEE extremely inverse: de 1,24 a 154,32*
- *IAC inverse: de 0,34 a 42,08*
- *IAC very inverse: de 0,61 a 75,75*
- *IAC extremely inverse: de 1,08 a 134,4.*

***(3)** Únicamente para las curvas de disparos normalizados de tipo CEI, IEEE e IAC.*

Máxima intensidad de fase con retención de tensión
Código ANSI 50V/51V

Protección de los generadores contra los cortocircuitos próximos.



Corrección de umbral.

Funcionamiento

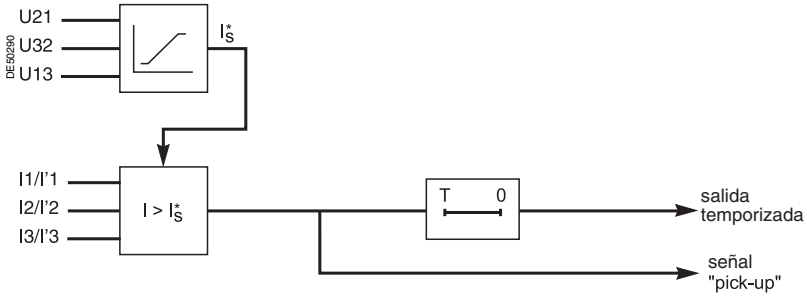
La protección de máxima intensidad de fase con retención de tensión se utiliza para proteger los generadores. El umbral de funcionamiento se corrige por la tensión para considerar el caso de un defecto próximo al generador que suponga un descenso de la tensión y de la corriente de cortocircuito:

- es trifásica y está temporizada a tiempo independiente o dependiente
- la curva personalizada, definida punto a punto, se puede utilizar con dicha protección
- un tiempo de mantenimiento ajustable, de tiempo dependiente o independiente, permite la coordinación con los relés electromecánicos y la detección de los fallos de descebado
- la corrección del umbral se realiza en función de la tensión compuesta medida más baja. El umbral corregido I_s^* se define por la siguiente ecuación:

$$I_s^* = \frac{Is}{3} \times \left(4\frac{U}{Un} - 0,2\right)$$

Curva de disparo	Tiempo de mantenimiento
Tiempo independiente (DT)	De tiempo independiente
Tiempo inverso (SIT)	De tiempo independiente
Tiempo muy inverso (VIT o LTI)	De tiempo independiente
Tiempo extremadamente inverso (EIT)	De tiempo independiente
Tiempo ultra inverso (UIT)	De tiempo independiente
Curva RI	De tiempo independiente
CEI tiempo inverso SIT / A	De tiempo dependiente o independiente
CEI tiempo muy inverso VIT o LTI / B	De tiempo dependiente o independiente
CEI tiempo extremadamente inverso EIT / C	De tiempo dependiente o independiente
IEEE moderately inverse (CEI / D)	De tiempo dependiente o independiente
IEEE very inverse (CEI / E)	De tiempo dependiente o independiente
IEEE extremely inverse (CEI / F)	De tiempo dependiente o independiente
IAC inversa	De tiempo dependiente o independiente
IAC very inverse	De tiempo dependiente o independiente
IAC extremely inverse	De tiempo dependiente o independiente
Personalizada	De tiempo independiente

Esquema de principio



Máxima intensidad de fase con retención de tensión
Código ANSI 50V/51V

Características

Ajustes		
Origen de la medida		
Rango de ajuste	Vías principales (I) / Vías adicionales (I')	
Curva de disparo		
Rango de ajuste	Ver la página anterior	
Umbral Is		
Rango de ajuste	De tiempo independiente	0,05 In ⩽ Is ⩽ 24 In expresado en amperios
	De tiempo dependiente	0,05 In ⩽ Is ⩽ 2,4 In expresado en amperios
Precisión (1)	±5 %	
Resolución	1 A ó 1 dígito	
Porcentaje de liberación	93,5% (con diferencia de retorno mín. de 0,015 In)	
Temporización T (tiempo de funcionamiento a 10 Is)		
Rango de ajuste	De tiempo independiente	Inst, 50 ms ⩽ T ⩽ 300 s
	De tiempo dependiente	100 ms ⩽ T ⩽ 12,5 s o TMS(2)
Precisión (1)	De tiempo independiente	± 2% o de -10 ms a +25 ms
	De tiempo dependiente	Clase 5 o de -10 ms a +25 ms
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Ajustes avanzados		
Tiempo de mantenimiento T1		
Rango de ajuste	De tiempo independiente	0; 0,05 a 300 s
	De tiempo dependiente(3)	de 0,5 a 20 s.
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	Pick up < 35 ms a 2 Is (25 ms típico) Inst < 50 ms a 2 Is (instantáneo confirmado) (típico 35 ms)	
Tiempo de rebasamiento	< 50 ms	
Tiempo de retorno	< 50 ms (para T1 = 0)	

Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P50V/51V_x_101	
Inhibición de la protección	P50V/51V_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P50V/51V_x_1	
Salida temporizada	P50V/51V_x_3	■
Drop out	P50V/51V_x_4	
Defecto fase 1	P50V/51V_x_7	
Defecto fase 2	P50V/51V_x_8	
Defecto fase 3	P50V/51V_x_9	
Protección inhibida	P50V/51V_x_16	

x: número de ejemplar.
***(1)** En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
***(2)** Rangos de ajuste en modo TMS (Time Multiplier Setting)*
- *inverso (SIT) y CEI SIT/A: de 0,04 a 4,20*
- *muy inverso (VIT) y CEI VIT/B: de 0,07 a 8,33*
- *muy inverso (LTI) y CEI LTI/B: de 0,01 a 0,93*
- *Ext. inverso (EIT) y CEI EIT/C: de 0,13 a 15,47*
- *IEEE moderately inverse: de 0,42 a 51,86*
- *IEEE very inverse: de 0,73 a 90,57*
- *IEEE extremely inverse: de 1,24 a 154,32*
- *IAC inverse: de 0,34 a 42,08*
- *IAC very inverse: de 0,61 a 75,75*
- *IAC extremely inverse: de 1,08 a 134,4.*

***(3)** Únicamente para las curvas de disparos normalizados de tipo CEI, IEEE e IAC.*

Máxima tensión (L-L o L-N)
Código ANSI 59

Protección contra las sobretensiones en tensión simple o compuesta.

Funcionamiento

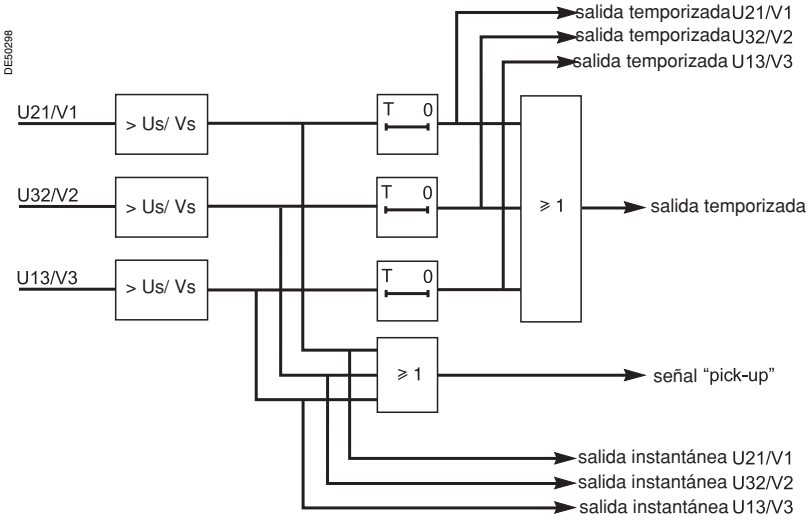
Protección contra las sobretensiones o comprobación de presencia de tensión suficiente para permitir la transferencia de fuentes:
- es monofásica y funciona con tensión simple o compuesta
- incluye una temporización T de tiempo independiente
- en funcionamiento con tensión simple, indica la fase con fallo en la alarma asociada al mismo.

El funcionamiento en tensión simple o compuesta depende de la conexión elegida para las entradas de tensión.

Condiciones de conexión					
Tipo de conexión	V1V2V3 (1)	U21/U32 + V0	U21/U32	U21 (1)	V1 (1)
Funcionamiento con tensión simple	SÍ	SÍ	NO	NO	En V1 únicamente
Funcionamiento con tensión compuesta	SÍ	SÍ	SÍ	En U21 únicamente	NO

(1) *Con o sin V0.*

Esquema de principio



Características

Ajustes	
Modo de obtención de la tensión	
Rango de ajuste	Tensión simple / compuesta
Umbral Us/Vs	
Rango de ajuste	50 % de Unp/Vnp al 150 % de Unp/Vnp
Precisión (1)	± 2% o 0,005 Unp
Resolución	1 %
Porcentaje de liberación	97 %
Temporización T	
Rango de ajuste	50 ms a 300 s
Precisión (1)	± 2% o ± 25 ms
Resolución	10 ms ó 1 dígito
Tiempos característicos	
Tiempo de funcionamiento	Pick-up < 35 ms (25 ms típico)
Tiempo de rebasamiento	< 40 ms
Tiempo de retorno	< 40 ms
Entradas	
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**
Reset de la protección	P59_x_101
Inhibición de la protección	P59_x_113

Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P59_x_1	
Salida temporizada	P59_x_3	■
Defecto de fase 1 (2)	P59_x_7	
Defecto de fase 2 (2)	P59_x_8	
Defecto de fase 3 (2)	P59_x_9	
Protección inhibida	P59_x_16	
Salida instantánea V1 o U21	P59_x_23	
Salida instantánea V2 o U32	P59_x_24	
Salida instantánea V3 o U13	P59_x_25	
Salida temporizada V1 o U21	P59_x_26	
Salida temporizada V2 o U32	P59_x_27	
Salida temporizada V3 o U13	P59_x_28	

x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
(2)*Cuando la protección se utiliza en tensión simple.*

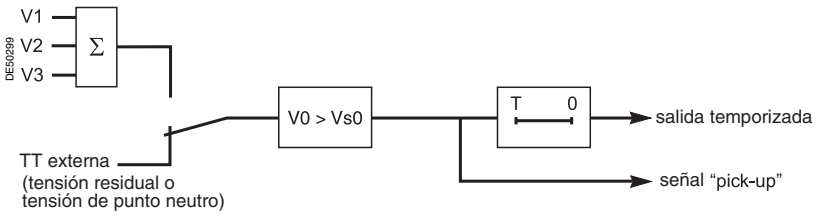
Máxima tensión residual
Código ANSI 59N

Protección contra los fallos de aislamiento.

Funcionamiento

Protección contra los fallos de aislamiento mediante la medida de la tensión residual V0 o de la tensión de punto neutro Vnt en el caso de los generadores y los motores.
La tensión residual se obtiene mediante la suma vectorial de las tensiones de fase o mediante la medida con ayuda de TT cableados en triángulo.
La tensión de punto neutro se mide mediante un TT insertado en el punto neutro del generador o el motor.
Esta protección incluye una temporización T a tiempo independiente (DT) o dependiente de la tensión residual V0.
Sólo funciona cuando está disponible una tensión residual o de punto neutro: conexión de V1V2V3, conexión de V0 o conexión de Vnt.

Esquema de principio



Características

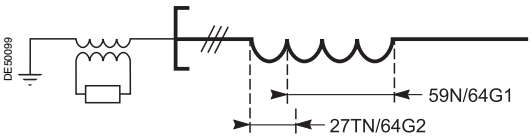
Ajustes	
Origen de la medida	
Rango de ajuste	Tensión residual (V0) Tensión de punto neutro (Vnt)
Curva de disparo	
Rango de ajuste	Tiempo independiente Tiempo dependiente de la tensión V0
Umbral Vs0	
Rango de ajuste a tiempo independiente	2% Unp al 80% Unp (si tensión residual V0) 2% Untp al 80% Vntp (si tensión de punto neutro Vnt)
Rango de ajuste a tiempo dependiente	2% Unp al 10 % Unp (si tensión residual V0) 2% Untp al 10 % Vntp (si tensión de punto neutro Vnt)
Precisión (1)	± 2% o 0,005 Unp
Resolución	1 %
Porcentaje de liberación	97 %
Temporización T	
Rango de ajuste a tiempo independiente	50 ms a 300 s
Rango de ajuste a tiempo dependiente	100 ms a 10 s
Precisión (1)	± 2% o ± 25 ms
Resolución	10 ms ó 1 dígito
Tiempos característicos	
Tiempo de funcionamiento	Pick-up < 35 ms (25 ms típico)
Tiempo de rebasamiento	< 40 ms
Tiempo de retorno	< 40 ms
Entradas	
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**
Reset de la protección	P59N_x_101
Inhibición de la protección	P59N_x_113
Salidas	

Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P59N_x_1	
Salida temporizada	P59N_x_3	■
Protección inhibida	P59N_x_16	

x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

100% masa de estator
Código ANSI 64G

Protección contra los defectos internos de los generadores.



Funcionamiento

La protección 64G se compone de 2 funciones independientes:

- la protección "64G1", que corresponde normalmente a una protección de máxima tensión residual de frecuencia fundamental (código ANSI 59N). Se puede realizar por una protección de máxima corriente de tierra (código ANSI 51N) cuando la corriente de defecto a tierra es suficiente
- la protección "64G2", que corresponde a una protección de mínima tensión residual de armónico 3 (denominación habitual ANSI 27TN) cuyo principio de funcionamiento depende del tipo de conexión de los TT de las "bornas".

Cuando se produce un defecto monofásico, la circulación de la corriente homopolar provoca la elevación del potencial de punto neutro, detectada por la protección 59N. No obstante, teniendo en cuenta el desequilibrio natural de las 3 fases de la red, el umbral de sensibilidad de la 59N no se puede fijar por debajo del 10% al 15% de la tensión simple.

Si el defecto monofásico se produce en un bobinado estatórico próximo al punto neutro, es posible que la elevación del potencial de éste no sea suficiente para provocar el disparo de la protección 59N.

La asociación de las funciones 59N + 27TN permite proteger el 100% del bobinado estatórico. En función de los ajustes:

- la protección 59N protege del 85 al 95% del bobinado estatórico del lado de las bornas y
- la protección 27TN protege del 10 al 20% del bobinado estatórico del lado del punto neutro.

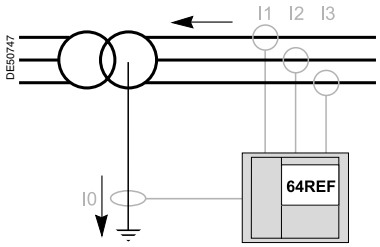
La realización de una protección del 100% de la masa del estator necesita la puesta en servicio de una protección 64G1 (59N o 51N) y de una protección 64G2 (27TN); consultar la descripción de cada una de estas funciones para obtener más información.

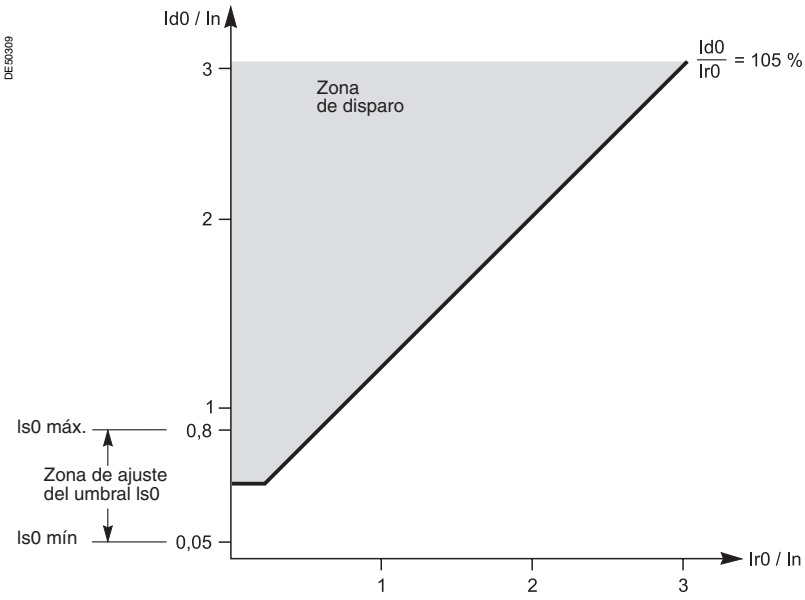
Diferencial de tierra restringida
Código ANSI 64REF

Protección de los bobinados trifásicos contra los defectos fase-tierra.

Funcionamiento

La protección de tierra restringida permite detectar los defectos entre una fase y la tierra en un bobinado trifásico con un punto neutro conectado a tierra.
Esta protección se utiliza para proteger los generadores o los transformadores.
La zona protegida en función del origen de la medida está comprendida, en función del parametraje, entre:
■ los TI de fase I1, I2, I3 y la medida de la corriente del punto neutro I0
■ los TI de fase I'1, I'2, I'3 y la medida de la corriente del punto neutro I'0.





La función se basa en la comparación de la corriente residual calculada por la suma de las tres corrientes de fase y de la corriente del punto neutro. Estas dos corrientes permiten definir la corriente residual diferencial y la corriente de retención:

■ corriente diferencial residual: $\mathbf{Id0} = \left|\vec{I0}\Sigma - \vec{I0}\right|$

■ corriente de retención o corriente residual atravesante: el valor de la corriente de retención está en función de la detección de un fallo externo o no a la zona protegida:
□ sin detección de un fallo externo

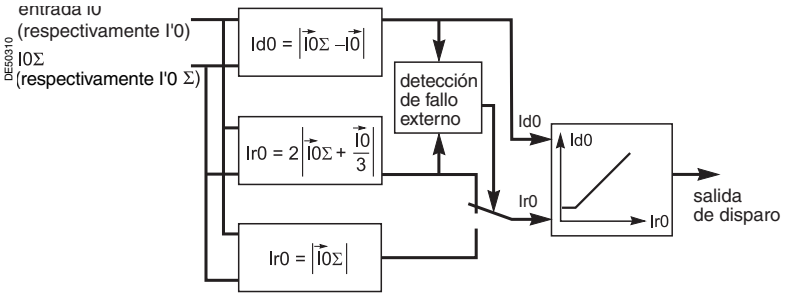
$$\mathbf{Ir0} = \left|\vec{I0}\Sigma\right|$$

□ con detección de un fallo externo: la protección no es sensible a la saturación de los transformadores de corriente sin inhibir su funcionamiento.

$$\mathbf{Ir0} = 2 \times \left|\vec{I0}\Sigma + \frac{\vec{I0}}{3}\right|$$

La función se activa si la corriente residual diferencial es superior al umbral de funcionamiento. Este umbral se define mediante:
■ el umbral mínimo Is0
■ una característica de disparo de porcentaje de pendiente 1,05 entre la corriente de retención y la corriente residual diferencial.

Esquema de principio



Diferencial de tierra restringida
Código ANSI 64REF

Transformadores de intensidad

Para garantizar la precisión y la estabilidad de esta protección, los transformadores de corriente deben ser de tipo 5P20. La potencia debe elegirse de manera que la carga debida a la resistencia del cableado sea inferior a la carga nominal del transformador de corriente, es decir:

$VA_{TI} > R_f In^2$

donde VA_{TI} : potencia de precisión del TI

In: corriente nominal secundaria del TI

En estas condiciones, el correcto funcionamiento queda garantizado en la mayoría de las aplicaciones.

Para dimensionar los TI de clase PX, es preciso respetar las reglas siguientes:

■ protección de tierra restringida de un transformador:

□ la estabilidad por fallo externo está garantizada si la corriente de saturación de los TI de fase es superior a 2,4 veces la corriente de fallo de fase de tierra y a 1,6 veces la corriente de defecto trifásica

□ la sensibilidad por fallo interno está garantizada si la corriente de saturación del TI de punto neutro es superior a 2 veces la corriente de defecto de fase de tierra

■ protección de tierra restringida para generador:

□ la estabilidad por fallo externo está garantizada si la corriente de saturación de los TI de fase es superior a 2 veces la corriente nominal del generador

□ la sensibilidad por fallo interno está garantizada si la corriente de saturación del TI de punto neutro es superior a 2 veces la corriente de defecto fase-tierra del generador.

Características

Ajustes		
Origen de la medida		
Rango de ajuste	Vías principales (I e I0) Vías adicionales (I' e I'0)	
Is0		
Rango de ajuste	0,05 In a 0,8 In para In ⩾ 20 A 0,1 In a 0,8 In para In < 20 A	
Precisión (1)	5 %	
Resolución	1 A ó 1 dígito	
Porcentaje de liberación (en su caso)	93 %	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	< 40 ms	
Tiempo de rebasamiento	< 25 ms	
Tiempo de retorno	< 40 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P64REF_1_101	
Inhibición de la protección	P64REF_1_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida de protección	P64REF_1_3	■
Protección inhibida	P64REF_1_16	

(1) En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).

Limitación del número de arranques
Código ANSI 66

Protección de los motores contra el calentamiento provocado por arranques demasiado frecuentes o demasiado próximos.

Funcionamiento

Protección contra el calentamiento excesivo de un motor provocado por:
- arranques demasiado frecuentes: la puesta en tensión de un motor no se puede realizar cuando se alcanza el número máximo de arranques permitidos
- arranques demasiado seguidos en el tiempo: después de una parada, la nueva puesta en tensión de un motor sólo está permitida transcurrido un tiempo de reposo ajustable.

El arranque se detecta si la corriente absorbida es superior al 5 % de la corriente Ib.
El número de arranques está limitado por:
- el número de arranques (Nt) autorizados por período de tiempo (P)
- el número de arranques sucesivos autorizados en caliente (Nc)
- el número de arranques sucesivos autorizados en frío (Nf)

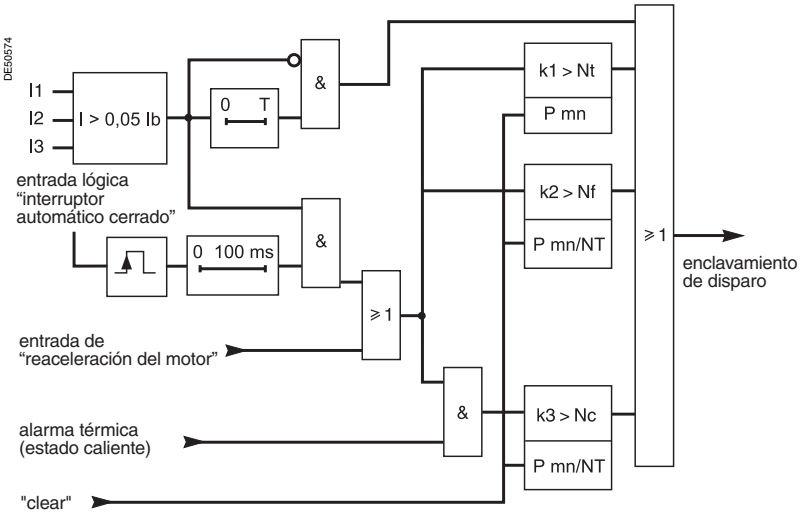
El número de arranques sucesivos es el número de arranques contabilizados a lo largo de los P/Nt de los últimos minutos.
El estado caliente del motor corresponde al rebasamiento del umbral fijo (50% del calentamiento) de la función de imagen térmica.
Cuando se produce una reaceleración, el motor soporta un esfuerzo próximo al de un arranque sin que la corriente pase previamente a un valor inferior al 5% de Ib. En este caso, el número de arranques no aumenta.
No obstante, es posible aumentar el número de arranques al producirse una reaceleración mediante una entrada lógica o una información procedente del editor de ecuaciones (entrada de "reaceleración del motor").
La temporización T de "parada/arranque" permite prohibir el volver a arrancar el motor tras una parada siempre que no transcurra y así imponer un tiempo de parada mínimo antes de cada rearranque.

Consideración de la información del disyuntor cerrado
En el caso de utilización de motores síncronos, se aconseja conectar la información "disyuntor cerrado" a una entrada lógica, para permitir una detección más precisa de los arranques.

Información para la explotación
El usuario dispone de la siguiente información:
- duración de la prohibición de arranque
- el número de arranques antes de la prohibición.

Ver las funciones de diagnóstico de la máquina.

Esquema de principio



Características

Ajustes		
Período de tiempo (P)		
Rango de ajuste	de 1 a 6 h	
Resolución	1 h.	
Número total de arranques (Nt) autorizados por período de tiempo P		
Rango de ajuste	1 a 60	
Resolución	1	
Número de arranques consecutivos en caliente autorizados (Nc)		
Rango de ajuste	1 a Nt	
Resolución	1	
Número de arranques consecutivos en frío autorizados (Nf)		
Rango de ajuste	1 a Nt	
Resolución	1	
Temporización de parada/arranque		
Rango de ajuste	de 0 a 90 mn (0 sin temporización)	
Resolución	1 mn	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P66_1_101	
Reaceleración del motor	P66_1_102	
Inhibición de la protección	P66_1_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida de protección	P66_1_3	■
Protección inhibida	P66_1_16	
Enclavamiento de parada/arranque	P66_1_29	
Total arranques alcanzado	P66_1_30	
Arranques consecutivos alcanzados	P66_1_31	

Máxima intensidad de fase direccional
Código ANSI 67

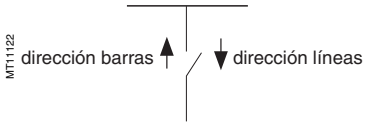
Protección contra los cortocircuitos entre fases en la activación selectiva según la dirección de la corriente de defecto.

Funcionamiento

Compuesta por una función máxima de corriente de fase asociada a una detección de dirección, se excita si la función de máxima corriente de fase en la dirección elegida (línea o barra) se activa para al menos una de las 3 fases (o dos fases de tres, según el parametraje).

- es trifásica y está temporizada a tiempo independiente o dependiente
- cada uno de los 2 ejemplares dispone de 2 juegos de ajustes. El basculamiento en el juego de ajuste A o B se puede realizar por una entrada lógica o un telemando según el parametraje.
- la curva personalizada, definida punto a punto, se puede utilizar con esta protección
- un tiempo de mantenimiento ajustable, de tiempo dependiente o independiente, permite la coordinación con los relés electromecánicos y la detección de los fallos de descebado.
- la alarma relativa al funcionamiento de la protección indica la o las fases con fallo.

La dirección de la corriente está determinada por la medida de su fase con respecto a una magnitud de polarización. Está cualificada con dirección de barras o dirección de línea según la siguiente convención:



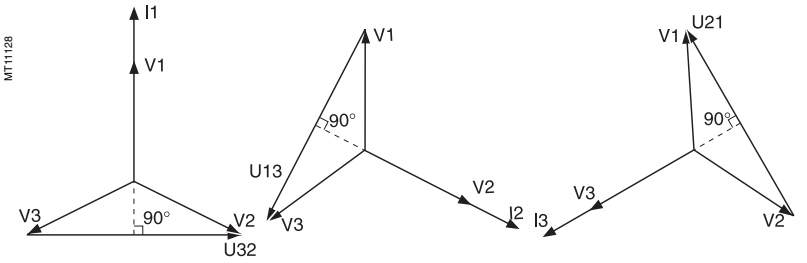
La magnitud de polarización es la tensión compuesta en cuadratura con la corriente para cosθ = 1 (ángulo de conexión 90˚). El plano de los vectores de corriente de una fase está dividido en 2 semi planos correspondientes a la zona de línea y a la zona de barras. El ángulo característico θ es el ángulo de la perpendicular
a la derecha del límite entre estas 2 zonas y la magnitud
de polarización.

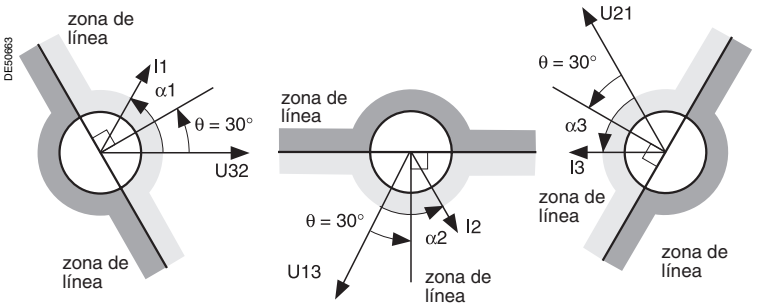
Memoria de tensión

En caso de que desaparezcan todas las tensiones cuando se produzca un defecto trifásico próximo al juego de barras, el nivel de tensión puede ser insuficiente para detectar la dirección del defecto (<1,5% Unp). La protección utiliza entonces una memoria de tensión para determinar de forma fiable la dirección. La dirección del defecto se guarda siempre que el nivel de tensión sea bastante bajo y la corriente esté por encima del umbral Is.

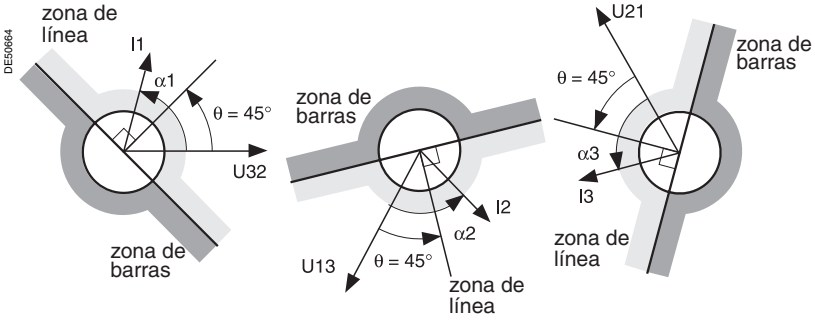
Cierre por defecto preexistente

Si el disyuntor se cierra por un fallo preexistente trifásico en el nivel del juego de barras, la memoria de tensión queda vacía. En consecuencia, la dirección no podrá determinarse y la protección no se dispara.
En ese caso, deberá utilizarse una protección de seguridad 50/51.

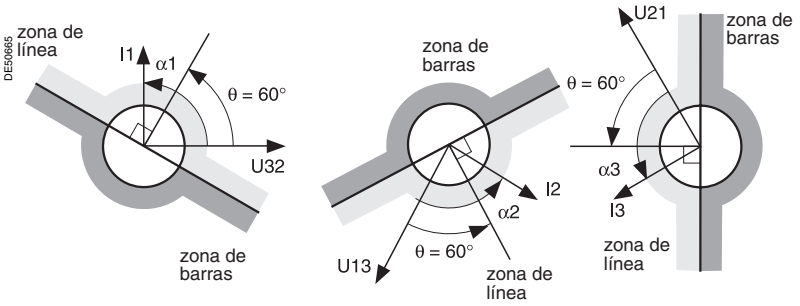




Disparo por fallo en la zona de línea con θ = 30˚.



Disparo por fallo en la zona de línea con θ = 45˚.



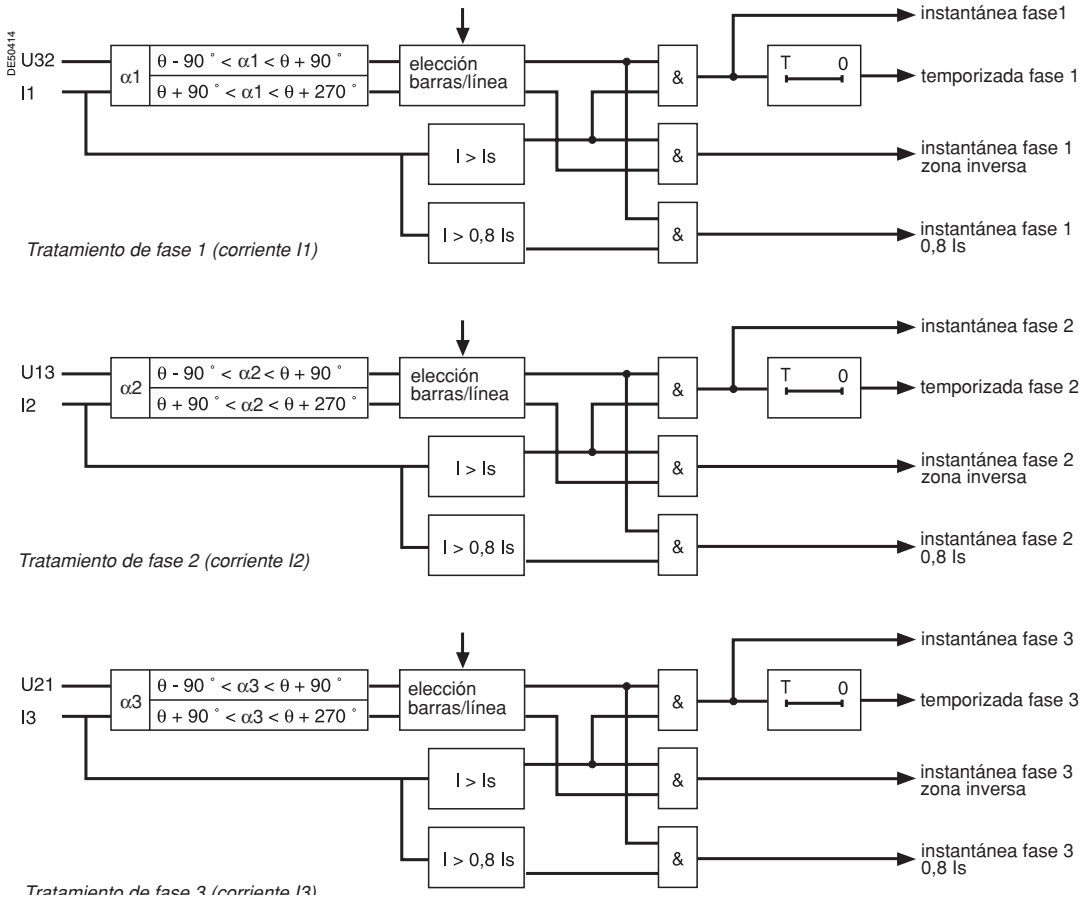
Disparo por fallo en la zona de línea con θ = 60˚.

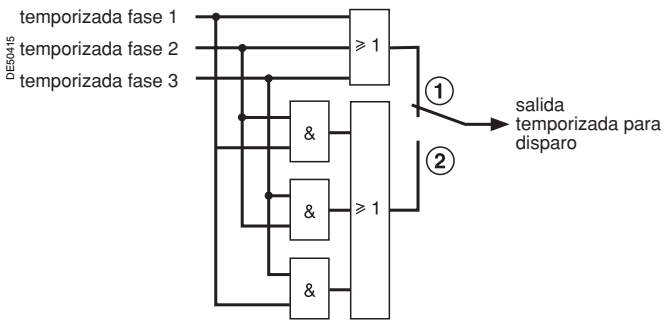
Lógica de disparo

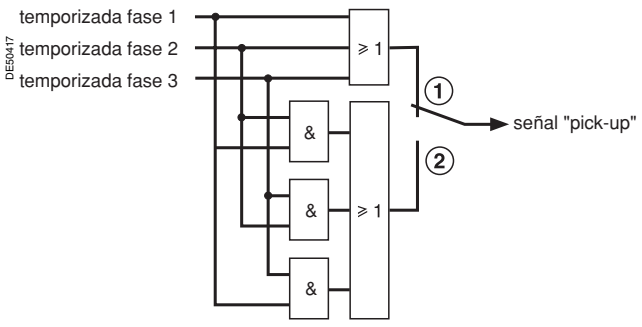
En determinados supuestos, resulta conveniente elegir una lógica de disparo del tipo dos fases sobre tres. Este caso puede darse si se protegen dos transformadores (Dy) en paralelo. Para un fallo bifásico en el primario de un transformador, se encuentra en el secundario un reparto de corrientes de relación 2-1-1. La corriente más grande se encuentra en la zona de disparo (zona de funcionamiento para la llegada con defecto y de no funcionamiento para la llegada normal).
Una de las corrientes pequeñas se encuentra en la zona límite. Según los parámetros de las líneas, puede estar incluso en la zona incorrecta.
Por tanto, existe el riesgo de que se disparen las dos llegadas.

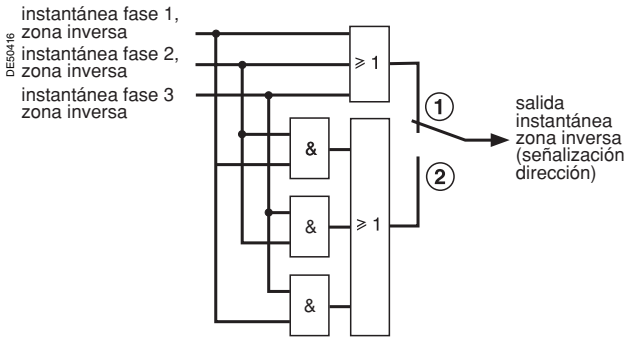
Máxima intensidad de fase direccional
Código ANSI 67

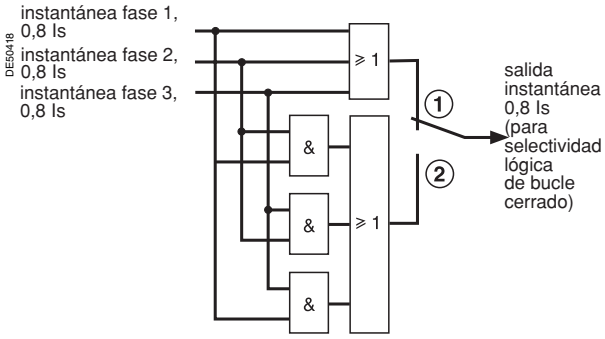
Esquema de principio











Agrupación de la información de salida.

Ajuste de la lógica de disparo:

(1) *uno de tres*

(2) *dos de tres.*

Máxima intensidad de fase direccional
Código ANSI 67

Curva de disparo	Tiempo de mantenimiento
Tiempo independiente (DT)	De tiempo independiente
Tiempo inverso (SIT)	De tiempo independiente
Tiempo muy inverso (VIT o LTI)	De tiempo independiente
Tiempo extremadamente inverso (EIT)	De tiempo independiente
Tiempo ultra inverso (UIT)	De tiempo independiente
Curva RI	De tiempo independiente
CEI tiempo inverso SIT / A	De tiempo dependiente o independiente
CEI tiempo muy inverso VIT o LTI / B	De tiempo dependiente o independiente
CEI tiempo extremadamente inverso EIT / C	De tiempo dependiente o independiente
IEEE moderately inverse (CEI / D)	De tiempo dependiente o independiente
IEEE very inverse (CEI / E)	De tiempo dependiente o independiente
IEEE extremely inverse (CEI / F)	De tiempo dependiente o independiente
IAC inversa	De tiempo dependiente o independiente
IAC very inverse	De tiempo dependiente o independiente
IAC extremely inverse	De tiempo dependiente o independiente
Personalizada	De tiempo independiente

Características

Ajustes		
Ángulo característico θ		
Rango de ajuste		30˚, 45˚, 60˚
Precisión (1)		±2 %
Curva de disparo		
Rango de ajuste		Según la lista anterior
Umbral Is		
Rango de ajuste	de tiempo independiente	0,1 In ⩽ Is ⩽ 24 In expresado en amperios
	de tiempo dependiente	0,1 In ⩽ Is ⩽ 2,4 In expresado en amperios
Precisión (1)		±5 %
Resolución		1 A ó 1 dígito
Porcentaje de liberación		93,5% (con diferencia de retorno mín. de 0,015 In)
Temporización T (tiempo de funcionamiento a 10 Is)		
Rango de ajuste	de tiempo independiente	Inst, 50 ms ⩽ T ⩽ 300 s
	de tiempo dependiente	100 ms ⩽ T ⩽ 12,5 s o TMS(2)
Precisión (1)	de tiempo independiente	± 2% o de -10 ms a +25 ms
	de tiempo dependiente	Clase 5 o de -10 ms a +25 ms
Resolución		10 ms ó 1 dígito
Ajustes avanzados		
Dirección de disparo		
Rango de ajuste		Línea / barras
Lógica de disparo		
Rango de ajuste		Uno sobre tres / dos sobre tres
Tiempo de mantenimiento T1		
Rango de ajuste	de tiempo independiente	0; 0,05 a 300 s
	de tiempo dependiente(3)	de 0,5 a 20 s.
Resolución		10 ms ó 1 dígito
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento		Pick up < 75 ms a 2 Is (65 ms típico) Inst < 90 ms a 2 Is (instantáneo confirmado) (típico 75 ms)
Tiempo de rebasamiento		< 40 ms
Tiempo de retorno		< 50 ms (para T1 = 0)

Entradas	
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**
Reset de la protección	P67_x_101
Inhibición de la protección	P67_x_113

Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P67_x_1	
Salida temporizada	P67_x_3	■
Drop out	P67_x_4	
Salida instantánea zona inversa	P67_x_6	
Defecto fase 1	P67_x_7	
Defecto fase 2	P67_x_8	
Defecto fase 3	P67_x_9	
Protección inhibida	P67_x_16	
Salida instantánea a 0,8 Is	P67_x_21	
Salida temporizada 1 sobre 3	P67_x_36	
Salida temporizada 2 sobre 3	P67_x_37	

x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
(2) *Rangos de ajuste en modo TMS (Time Multiplier Setting)*
Inverso (SIT) y CEI SIT/A: de 0,04 a 4,20
Muy inverso (VIT) y CEI VIT/B: de 0,07 a 8,33
Muy inverso (LTI) y CEI LTI/B: de 0,01 a 0,93
Ext. inverso (EIT) y CEI EIT/C: de 0,13 a 15,47
IEEE moderately inverse: de 0,42 a 51,86
IEEE very inverse: de 0,73 a 90,57
IEEE extremely inverse: de 1,24 a 154,32
IAC inverse: de 0,34 a 42,08
IAC very inverse: de 0,61 a 75,75
IAC extremely inverse: de 1,08 a 134,4.
(3) *Únicamente para las curvas de disparos normalizados de tipo CEI, IEEE e IAC.*

Máxima intensidad de tierra direccional
Código ANSI 67N/67NC

Protección contra los defectos a tierra , en la activación selectiva según la dirección de la corriente de defecto.

Descripción

Para adaptarse a todos los casos de aplicación y a todos los sistemas de puesta a tierra del neutro, la protección funciona según dos características de diferente tipo, a elegir:

- tipo 1: la protección utiliza la proyección del vector I0.

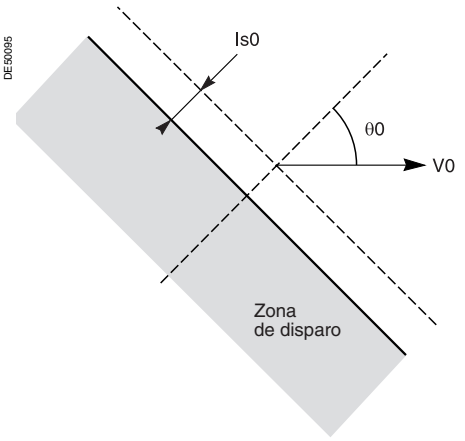
Este tipo de funcionamiento está adaptado a la protección de las salidas en antena con neutro resistente, neutro aislado o neutro compuesto

- tipo 2: la protección utiliza el modulo del vector I0 y funciona como una función de protección de máxima corriente de tierra a la que se añade un criterio de dirección.

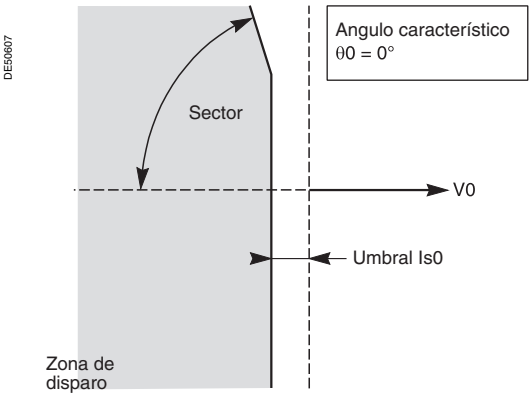
Este tipo de funcionamiento está adaptado a la protección de las redes de distribución en bucle cerrado con neutro directo a tierra.

Máxima intensidad de tierra direccional - tipo 1
Código ANSI 67N/67NC

Protección contra los defectos de tierra para redes de neutro impedante o neutro compensado.



Característica de activación de la protección ANSI 67N/67NC tipo 1 (ángulo característico θ0 ≠ 0°).



Característica de activación de la protección ANSI 67N/67NC tipo 1 (ángulo característico θ0 = 0°).

Funcionamiento

La función determina la proyección de la corriente residual I0 en la recta característica cuya posición se fija mediante ajuste del ángulo característico θ0 respecto a la tensión residual. Dicha proyección se compara con el umbral Is0. Esta protección se adapta a las salidas en antena de neutro resistente, neutro aislado o neutro compensado.

En neutro compensado, se caracteriza por su capacidad para detectar los fallos de duración muy corta y repetitivos (fallo recurrente). En el caso de las bobinas de Petersen sin resistencia adicional, la detección del fallo en régimen permanente no es posible debido a la ausencia de corriente activa homopolar. La protección utiliza el transitorio al principio del fallo para garantizar el disparo.

El ajuste θ0 = 0° se adapta a las redes con neutro compensado y con neutro de impedancia. Cuando se selecciona este ajuste, el parametraje del sector permite reducir la zona de disparo de la protección para garantizar su estabilidad en salida normal.

La protección funciona con la corriente residual medida en una de las entradas I0 del relé (el funcionamiento por la suma de las tres corrientes de fase no es posible).

La protección se inhibe para las tensiones residuales inferiores al umbral Vs0.

Está temporizada y es de tiempo independiente.

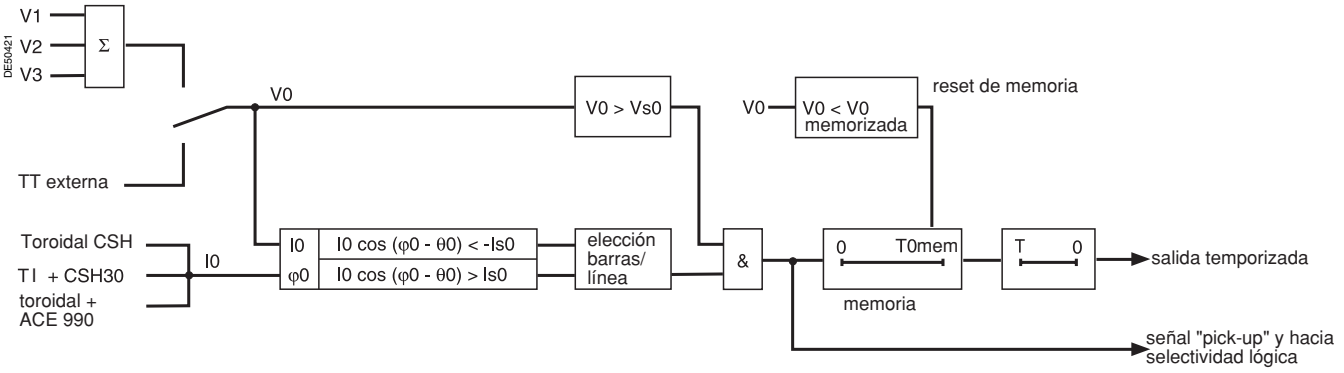
La dirección de disparo se puede parametrizar del lado de la barra o del lado de la línea.

Cada uno de los 2 ejemplares dispone de 2 juegos de ajustes. El basculamiento en el juego de ajuste A o B se puede realizar por una entrada lógica o un telemando según el parametraje.

Memoria

La detección de los fallos recurrentes se controla por la temporización To memorizada que aumenta la información transitoria de rebasamiento de umbral y que permite así el funcionamiento de la temporización de tiempo independiente incluso en el caso de un fallo que se apaga rápidamente (≈2 ms) y que se reinicia periódicamente. Incluso si se utiliza una bobina de Petersen sin resistencia adicional, el disparo queda garantizado gracias a la detección del fallo durante el transitorio de aparición. Esta detección se prolonga durante toda la duración del fallo basado en el criterio V0 ⩾ V0 memorizada y limitada pro T0 memorizada. En este caso de utilización, T0 memorizada debe ser superior a T (temporización de tiempo independiente).

Esquema de principio



Máxima intensidad de tierra direccional - tipo 1
Código ANSI 67N/67NC

Características

Ajustes			
Origen de la medida			
Rango de ajuste			I0 I'0
Ángulo característico θ			
Rango de ajuste			-45˚, 0˚, 15˚, 30˚, 45˚, 60˚, 90˚
Precisión (1)			±2˚
Umbral Is0			
Rango de ajuste			0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ 15 In0 (mín. 0,1 A) expresado en amperios
	Suma de los TI		0,01 In ⩽ Is0 ⩽ 15 In (mín. 0,1 A)
	Con captador CSH	Calibre 2 A	de 0,1 a 30 A
		Calibre 20 A	de 0,2 a 300 A
	TI + CSH30		0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ 15 In0 (mín. 0,1 A)
	Toroidal homopolar con ACE990		0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ 15 In0 (mín. 0,1 A)
Precisión (1)			±5 %
Resolución			1 A ó 1 dígito
Porcentaje de liberación			93,5 %
Temporización T (curva de disparo de tiempo independiente)			
Rango de ajuste			Inst, 50 ms ⩽ T ⩽ 300 s
Precisión (1)			± 2% o de -10 ms a +25 ms
Resolución			10 ms ó 1 dígito
Ajustes avanzados			
Dirección de disparo			
Rango de ajuste			Líneas / barras
Umbral Vs0			
Rango de ajuste			del 2 % de Unp al 80 % de Unp
Precisión (1)			±5 %
Resolución			1 %
Sector			
Rango de ajuste			86˚, 83˚, 76˚
Precisión (1)			±2˚
Tiempo de memoria T0 memorizada			
Rango de ajuste			0; 0,05 a 300 s
Resolución			10 ms ó 1 dígito
Tensión de memoria V0 memorizada			
Rango de ajuste			0; del 2 al 80% de Unp
Resolución			1 %
Tiempos característicos			
Tiempo de funcionamiento			Pick-up < 35 ms
Tiempo de rebasamiento			< 35 ms
Tiempo de retorno			< 35 ms (con T0 memorizada = 0)

Entradas	
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**
Reset de la protección	P67N_x_101
Inhibición de la protección	P67N_x_113

Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P67N_x_1	
Salida temporizada	P67N_x_3	■
Protección inhibida	P67N_x_16	

x: número de ejemplar.
***(1)** En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

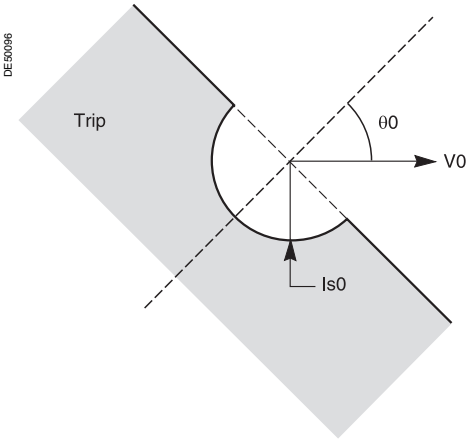
Ajuste estándar

Los siguientes ajustes se indican para los casos habituales de utilización en los distintos casos de conexión a tierra.
Las casillas en gris representan los ajustes por defecto.

	Neutro aislado	**Neutro de impedancia**	**Neutro compensado**
Umbral Is0	Ajuste en función del estudio de selectividad	Ajuste en función del estudio de selectividad	Ajuste en función del estudio de selectividad
Ángulo característico θ0	90˚	0˚	0˚
Temporización T	Ajuste en función del estudio de selectividad	Ajuste en función del estudio de selectividad	Ajuste en función del estudio de selectividad
Dirección	Línea	Línea	Línea
Umbral Vs0	2% de Uns	2% de Uns	2% de Uns
Sector	No tiene objeto	86˚	86˚
Tiempo de memoria T0 memorizada	0	0	200 ms
Tensión de memoria V0 memorizada	0	0	0

Máxima intensidad de tierra direccional - tipo 2
Código ANSI 67N/67NC

Protección contra los defectos a tierra para redes de neutro impedante o de neutro directo a tierra.



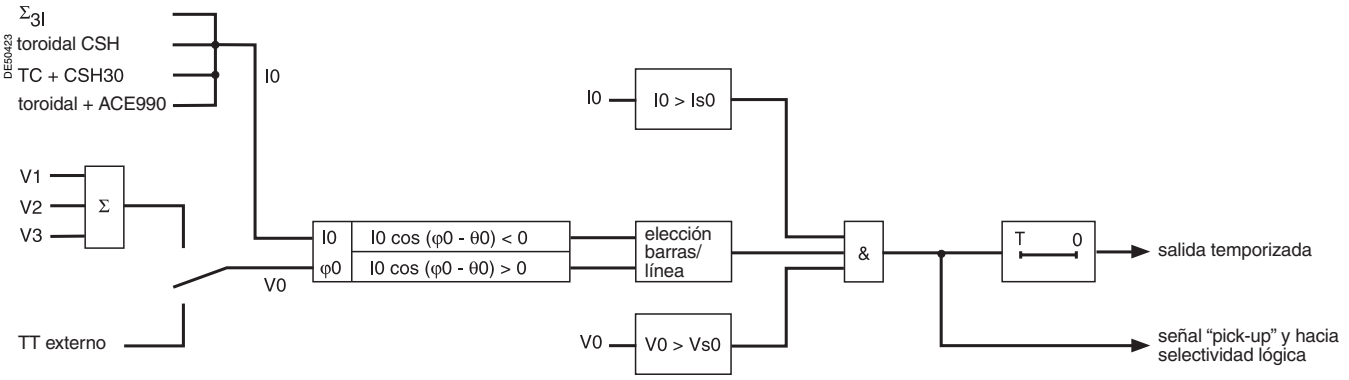
Característica de activación de la protección ANSI67N/67NC.

Funcionamiento

Esta protección funciona como una protección de máxima corriente de tierra a la que se añade un criterio de dirección.
Está adaptada a la red de distribución en bucle cerrada con neutro directo a tierra.
Tiene todas las características de una protección de máxima corriente de tierra (50N/51N) y puede por lo tanto coordinarse fácilmente con ella.
La corriente residual es la corriente medida en una de las entradas I0 del Sepam o calculada con la suma de las intensidades de fase principales (I), según el parametraje.
La dirección de disparo se puede parametrizar del lado de la barra o del lado de la línea.
Está temporizada a tiempo independiente o dependiente.
Cada uno de los 2 ejemplares dispone de 2 juegos de ajustes. El basculamiento en el juego de ajuste A o B se puede realizar por una entrada lógica o un telemando según el parametraje.
La curva personalizada, definida punto a punto, se puede utilizar con esta protección.
Un tiempo de mantenimiento ajustable, de tiempo dependiente o independiente, permite
la coordinación con los relés electromecánicos y la detección de los fallos de descebado.

Curva de disparo	Tiempo de mantenimiento
Tiempo independiente (DT)	De tiempo independiente
Tiempo inverso (SIT)	De tiempo independiente
Tiempo muy inverso (VIT o LTI)	De tiempo independiente
Tiempo extremadamente inverso (EIT)	De tiempo independiente
Tiempo ultra inverso (UIT)	De tiempo independiente
Curva RI	De tiempo independiente
CEI tiempo inverso SIT / A	De tiempo dependiente o independiente
CEI tiempo muy inverso VIT o LTI / B	De tiempo dependiente o independiente
CEI tiempo extremadamente inverso EIT / C	De tiempo dependiente o independiente
IEEE moderately inverse (CEI / D)	De tiempo dependiente o independiente
IEEE very inverse (CEI / E)	De tiempo dependiente o independiente
IEEE extremely inverse (CEI / F)	De tiempo dependiente o independiente
IAC inversa	De tiempo dependiente o independiente
IAC very inverse	De tiempo dependiente o independiente
IAC extremely inverse	De tiempo dependiente o independiente
Personalizada	De tiempo independiente

Esquema de principio



Máxima intensidad de tierra direccional - tipo 2
Código ANSI 67N/67NC

Características

Ajustes			
Origen de la medida			
Rango de ajuste			I0 I'0 I0Σ (suma de las vías de fase principales)
Ángulo característico θ			
Rango de ajuste			-45°, 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90°
Precisión (1)			±2°
Curva de disparo			
Rango de ajuste			Ver la página anterior
Umbral Is0			
Rango de ajuste a tiempo independiente			0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ 15 In0 (mín. 0,1 A) expresado en amperios
	Suma de los TI		0,01 In ⩽ Is0 ⩽ 15 In (mín. 0,1 A)
	Con captador CSH	Calibre 2 A	de 0,1 a 30 A
		Calibre 20 A	de 0,2 a 300 A
	TI + CSH30		0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ 15 In0 (mín. 0,1 A)
	Toroidal homopolar con ACE990		0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ 15 In0 (mín. 0,1 A)
Rango de ajuste a tiempo dependiente			0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ In0 (mín. 0,1 A) expresado en amperios
	Suma de los TI		0,01 In ⩽ Is0 ⩽ In (mín. 0,1 A)
	Con captador CSH	Calibre 2 A	de 0,1 a 2 A
		Calibre 20 A	de 0,2 a 20 A
	TI + CSH30		0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ In0 (mín. 0,1 A)
	Toroidal homopolar con ACE990		0,01 In0 ⩽ Is0 ⩽ In0 (mín. 0,1 A)
Precisión (1)			±5 %
Resolución			0,1 A ó 1 dígito
Porcentaje de liberación			93,5 %
Temporización T (tiempo de funcionamiento a 10 Is0)			
Rango de ajuste	de tiempo independiente		Inst, 50 ms ⩽ T ⩽ 300 s
	de tiempo dependiente		100 ms ⩽ T ⩽ 12,5 s o TMS(2)
Precisión (1)	de tiempo independiente		± 2% o de -10 ms a +25 ms
	de tiempo dependiente		Clase 5 o de -10 ms a +25 ms
Resolución			10 ms ó 1 dígito
Ajustes avanzados			
Dirección de disparo			
Rango de ajuste			Línea / barras
Umbral Vs0			
Rango de ajuste			del 2 % de Unp al 80 % de Unp
Precisión (1)			±5 %
Resolución			1 %
Tiempo de mantenimiento T1			
Rango de ajuste	de tiempo independiente		0; 0,05 a 300 s
	de tiempo dependiente(3)		de 0,5 a 20 s.
Resolución			10 ms ó 1 dígito
Tiempos característicos			
Tiempo de funcionamiento			Pick up < 35 ms a 2 Is0 (25 ms típico) Inst < 50 ms a 2 Is0 (instantáneo confirmado) (35 ms típico)
Tiempo de rebasamiento			< 35 ms
Tiempo de retorno			< 40 ms (para T1 = 0)

Entradas	
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**
Reset de la protección	P67N_x_101
Inhibición de la protección	P67N_x_113

Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P67N_x_1	
Salida temporizada	P67N_x_3	■
Drop out	P67N_x_4	
Salida instantánea zona inversa	P67N_x_6	
Protección inhibida	P67N_x_16	
Salida instantánea a 0,8 Is0	P67N_x_21	

x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*
(2) *Rangos de ajuste en modo TMS (Time Multiplier Setting)*
Inverso (SIT) y CEI SIT/A: de 0,04 a 4,20
Muy inverso (VIT) y CEI VIT/B: de 0,07 a 8,33
Muy inverso (LTI) y CEI LTI/B: de 0,01 a 0,93
Ext. inverso (EIT) y CEI EIT/C: de 0,13 a 15,47
IEEE moderately inverse: de 0,42 a 51,86
IEEE very inverse: de 0,73 a 90,57
IEEE extremely inverse: de 1,24 a 154,32
IAC inverse: de 0,34 a 42,08
IAC very inverse: de 0,61 a 75,75
IAC extremely inverse: de 1,08 a 134,4.
(3) *Únicamente para las curvas de disparos normalizados de tipo CEI, IEEE e IAC.*

Pérdida de sincronismo
Código ANSI 78PS

Protección de los motores y de los generadores síncronos contra las pérdidas de sincronismo.

Funcionamiento

Protección contra la pérdida de sincronismo de los generadores o de los motores síncronos basada en el valor de la potencia activa calculada.

La protección se descompone en dos módulos de protección independientes basados en:

- la ley de áreas
- la inversión de potencia.

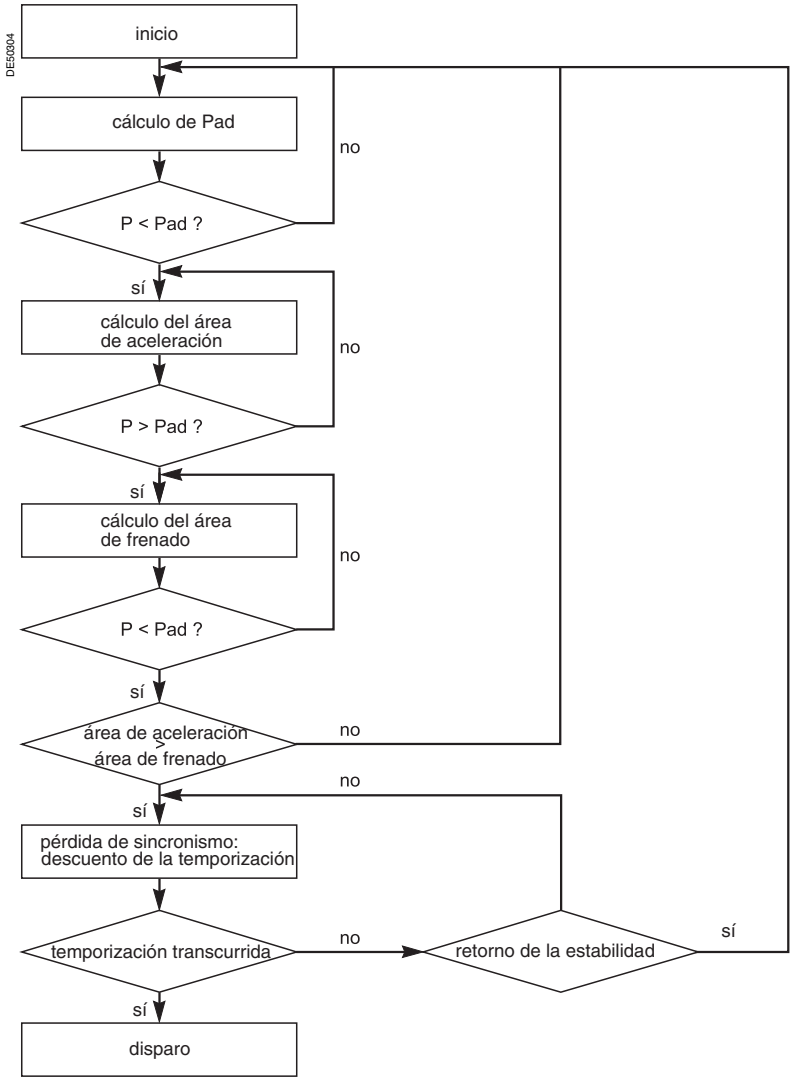
El disparo puede obtenerse por un principio o por los dos, según el parametraje.

Ley de áreas

Función que calculan el área de aceleración cuando aparece un fallo y a continuación el área de frenado cuando desaparece. El disparo se obtiene si el área de frenado es inferior al área de aceleración.
La función calcula en régimen permanente una potencia media en 4 segundos denominada potencia antes de fallo Pad, que corresponde a la potencia eléctrica suministrada por un generador o consumida por un motor. La protección se inicia cuando la potencia instantánea es diferente de Pad.

La temporización permite retrasar el disparo. Si durante esta temporización se detecta un retorno a la estabilidad, la función se reinicia sin conllevar el disparo.

Esquema de principio de la ley de áreas

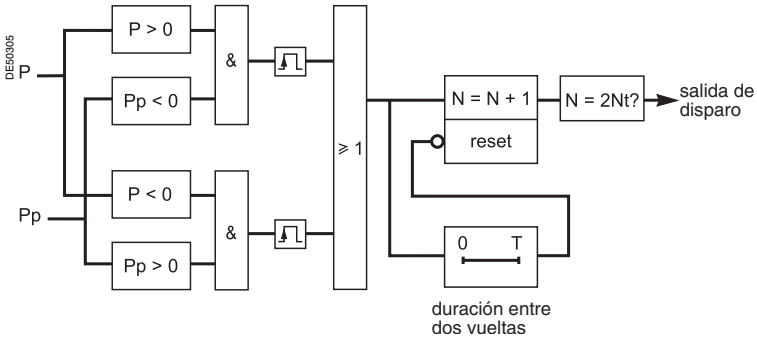


Pérdida de sincronismo
Código ANSI 78PS

Inversión de potencia

Función que detecta una inversión de signo de la potencia activa.
en cada vuelta de desfase entre la fuerza electromotriz de la máquina y la red, se cuentan dos inversiones de potencia.
Una inversión de potencia se detecta comparando el signo de la potencia instantánea con el signo de la potencia 14 ms antes, Pp. Si los signos son diferentes, se cuenta una inversión.
El disparo se obtiene si el número de vueltas medido es igual al número de vueltas ajustado.
La temporización permite fijar un tiempo máximo entre dos inversiones.
Permite asimismo insensibilizar la función a oscilaciones de potencia de baja frecuencia.

Esquema de principio de la inversión de potencia



Transformadores de intensidad

Los transformadores de corriente deben opcionalmente:
- ser de tipo 5P20, con una potencia de precisión $VA_{TC} > R_f In\Sigma$
  dondeVA$_{TI}$: potencia de precisión TI
  In: corriente nominal secundaria del TI
- o definirse por una tensión de codo $Vk \geqslant (R_{TI} + R_f).20.In$.

Características

Ajustes		
Elección del tipo de disparo		
Rango de ajuste	Ley de áreas Inversión de potencia Ley de áreas e inversión de potencia	
Temporización de la ley de áreas		
Rango de ajuste	100 ms ≤ T ≤ 300 s	
Precisión (1)	± 2% o de -10 ms a +25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Número de vueltas		
Rango de ajuste	1 ⩽ número de vueltas ⩽ 30	
Precisión (1)	-	
Resolución	1 número de vueltas	
Duración máxima entre dos vueltas		
Rango de ajuste	1 s ≤ T ≤ 300 s	
Precisión (1)	± 2% o de -10 ms a +25 ms	
Resolución	1 s ó 1 dígito	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	de 38 ms a 2 Ps	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P78PS_1_101	
Inhibición de la protección	P78PS_1_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P78PS_1_1	
Salida temporizada	P78PS_1_3	■
Protección inhibida	P78PS_1_16	

(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Pérdida de sincronismo
Código ANSI 78PS

Ejemplo de ajuste

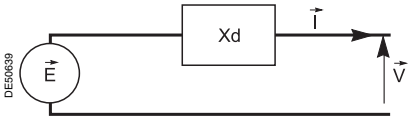
Ejemplo de un generador de 3,15 MVA en una instalación industrial, conectado a una red de fuerte potencia de cortocircuito.
La protección contra la pérdida de sincronismo se parametriza para dispararse en la ley de áreas y en la inversión de potencia:
- disparo según la ley de áreas: 300 ms
- número de vueltas permitidas: 2
- el tiempo máximo entre 2 inversiones es de 10 s.

Principio de la estabilidad transitoria

Existen tres nociones de estabilidad de una red eléctrica:
- la estabilidad en régimen permanente: hace referencia a pequeñas variaciones de cargas y por lo tanto de potencia.
Está garantizada por las regulaciones de potencia
- la estabilidad dinámica: hace referencia a variaciones más importantes. Está garantizada por la regulación de la red
- la estabilidad transitoria: hace referencia a fuertes variaciones de potencia, por ejemplo, cuando se producen fallos. Está garantizada por acciones fuertes en la red, como el deslastrado de cargas, de fuentes, el agrupamiento de determinadas zonas de la red.

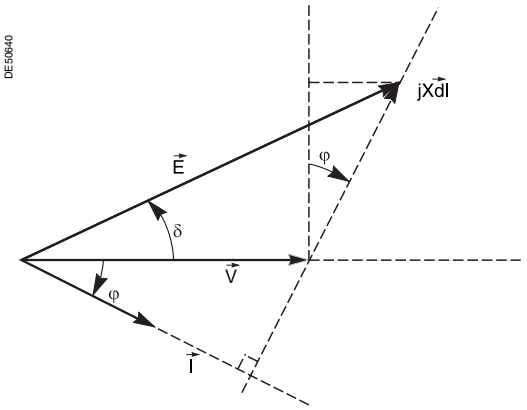
La protección de pérdida de sincronismo permite detectar los casos de inestabilidad transitoria.

Cuando un generador se conecta a una red de potencia infinita, la tensión en sus bornas viene impuesta por la red. En el caso de un turbo-alternador y en régimen permanente, la impedancia interna del generador es igual a su reactancia síncrona longitudinal Xd (la resistencia y las saturaciones eventuales del circuito magnético no son relevantes).



$$\vec{V} = \vec{E} - jX_d\vec{I}$$

donde E es la fuerza electromotriz de la máquina
Xd: reactancia síncrona
V: tensión de la red
I: corriente suministrada por el generador
Si se considera que el generador suministra una corriente, la tensión de la red y la fuerza electromotriz de la máquina no están en fase a causa de la presencia de la reactancia síncrona. Este desfase se denomina normalmente ángulo de la máquina o ángulo de carga. Cuando la fuerza electromotriz supera a la tensión de la red, el ángulo interno es positivo. Cuando la fuerza electromotriz está retrasada respecto a la tensión de la red, el ángulo interno es negativo. La representación vectorial es la siguiente:



La potencia eléctrica suministrada a la red por la máquina es la siguiente:
$P_e = 3VI\cos\varphi$.

En el diagrama vectorial: $E\sin\delta = X_d(I\cos\varphi) = X_d\left(\frac{P_e}{3V}\right)$.

En función de la fuerza electromotriz, del ángulo interno y de la reactancia síncrona, la potencia activa es la siguiente: $P_e = \frac{3VE\sin\delta}{X_d}$.

Esta expresión permite trazar la potencia eléctrica suministrada por el generador a la red, en función del ángulo interno y considerando V, E y Xd constantes.
Sin tener en cuenta las pérdidas (el rendimiento es aproximadamente 0,99), la relación que conecta la potencia mecánica P_m con la potencia eléctrica suministrada P_e es la siguiente:

$$P_m = P_e + J\Omega\frac{d\Omega}{dt}$$

dondeJ es el momento de inercia de la máquina
Ω es la velocidad angular de las masas giratorias
P_m es la potencia mecánica suministrada por la máquina de arrastre

La velocidad del campo eléctrico está relacionada con la velocidad mecánica mediante la relación:

$$\Omega = \frac{\omega}{p}$$

dondeω la velocidad angular del campo eléctrico
p el número de pares de polos de la máquina.
Supongamos el caso de una máquina con un par de polos donde p = 1.

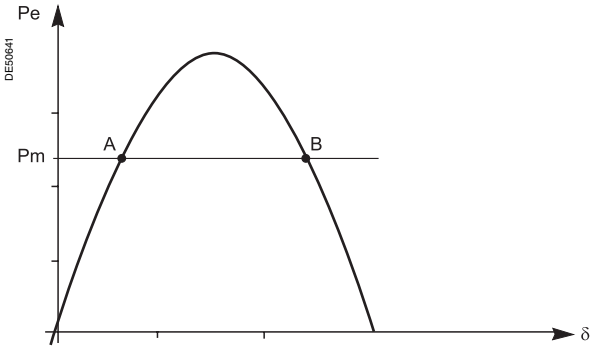
La relación entre la potencia eléctrica y mecánica pasa a ser:

$$P_m = P_e + J\omega\frac{d\omega}{dt}.$$

Las variaciones de la velocidad están directamente relacionadas con los desequilibrios entre la potencia mecánica y la potencia eléctrica suministrada a la red:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega}.$$

En el régimen permanente, es decir sin aumento de la velocidad, la potencia eléctrica suministrada a la red es igual a la potencia mecánica.



La curva de la potencia eléctrica cruza dos puntos (A y B en la curva) la recta de la potencia mecánica es constante:
- en A funcionamiento estable:
  - si δ aumenta ligeramente su valor del punto A, (la fuerza electromotriz supera a la tensión de la red), la potencia eléctrica suministrada a la red aumenta ligeramente. Con potencia mecánica constante:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} < 0.$$

La máquina ralentiza mientras que la potencia eléctrica suministrada no sea igual a la potencia mecánica, puesto que la derivada de la velocidad es negativa. Eléctricamente, la fuerza electromotriz reduce su avance y por lo tanto el ángulo δ.
  - si δ disminuye ligeramente su valor del punto A, (la fuerza electromotriz reduce su avance sobre la tensión de la red), la potencia eléctrica suministrada a la red disminuye ligeramente. Con potencia mecánica constante:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} > 0.$$

La máquina acelera mientras que la potencia eléctrica suministrada no sea igual a la potencia mecánica, puesto que la derivada de la velocidad es positiva. Eléctricamente, la fuerza electromotriz aumenta su avance y por lo tanto el ángulo δ.

Pérdida de sincronismo
Código ANSI 78PS

■ en B funcionamiento inestable
□ si δ aumenta ligeramente su valor del punto B (la fuerza electromotriz avanza sobre la tensión de la red), la potencia eléctrica suministrada a la red disminuye ligeramente.
Con potencia mecánica constante:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} > 0 .$$

La máquina acelera ya que la derivada de la velocidad es positiva. Eléctricamente, la fuerza electromotriz aumenta su avance y por lo tanto el ángulo δ.
□ si δ disminuye ligeramente su valor del punto B, (la fuerza electromotriz reduce su avance sobre la tensión de la red), la potencia eléctrica suministrada a la red aumenta ligeramente.
Con potencia mecánica constante:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} < 0 .$$

La máquina ralentiza, ya que la derivada de la velocidad es negativa.
Eléctricamente, la fuerza electromotriz reduce su avance y por lo tanto el ángulo δ hasta volver al punto A.

Cuando la máquina pasa el punto B, se produce un aumento brusco de la velocidad de ésta.

Cuando se produce un fallo, suponiendo que éste es franco, trifásico y en las bornas del generador, la tensión en las bornas de la máquina es nula. Por consiguiente, la potencia eléctrica suministrada a la red es nula:

$$P_e = \frac{3VE\sin\delta}{X_d} = \frac{3\times 0\times E\sin\delta}{X_d} = 0 .$$

Las regulaciones no tienen tiempo de actuar y la potencia mecánica en las bornas de la máquina es constante.

El fallo hace aparecer un desequilibrio entre la potencia eléctrica suministrada a la red:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{P_m - P_e}{J\omega} > 0 .$$

Puesto que la derivada de la velocidad es positiva, la máquina acelera y la fuerza electromotriz avanza sobre la tensión de la red de potencia infinita. Mientras dura el fallo, la máquina acelera.
La variación de velocidad es la siguiente:

$$\int_{\omega_0}^{\omega_1} \omega d\omega = \frac{1}{J}\int_{t_0}^{t_1} P_m dt$$

dondeel régimen permanente antes del fallo: t_0, ω_0, δ_0
el régimen de eliminación del fallo: t_1, ω_1, δ_1.

La integral $\int_{t_0}^{t_1} P_m dt$ ofrece una imagen de la aceleración de la máquina.

Normalmente se denomina el área de aceleración.

Cuando se elimina el fallo, la tensión en las bornas de la máquina ya no es nula. Se supone que la tensión de la red no ha variado, que la carga antes y después del fallo es idéntica y que la fuerza electromotriz tampoco ha variado. Al haber aumentado el ángulo interno, la potencia eléctrica es $P_e(t)$.
En función del signo de $P_m - P_e(t)$, la máquina ralentiza o continúa acelerando.

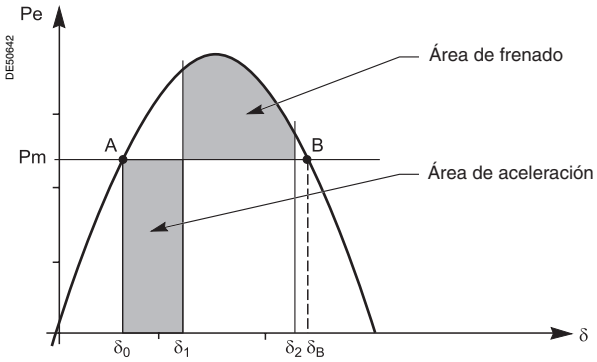
$$\int_{\omega_1}^{\omega_2} \omega d\omega = \frac{1}{J}\int_{t_1}^{t_2} (P_m - P_e(t))\, dt$$

Por lo general, $P_m - P_e(t) < 0$. Esta condición no es suficiente para recuperar la estabilidad.

■ eliminación del fallo con vuelta a la estabilidad
la máquina recupera su funcionamiento anterior al fallo si existe igualdad de las integrales:

$$\int_{t_1}^{t_2} (P_m - P_e(t))dt = \int_{t_0}^{t_1} P_m dt .$$

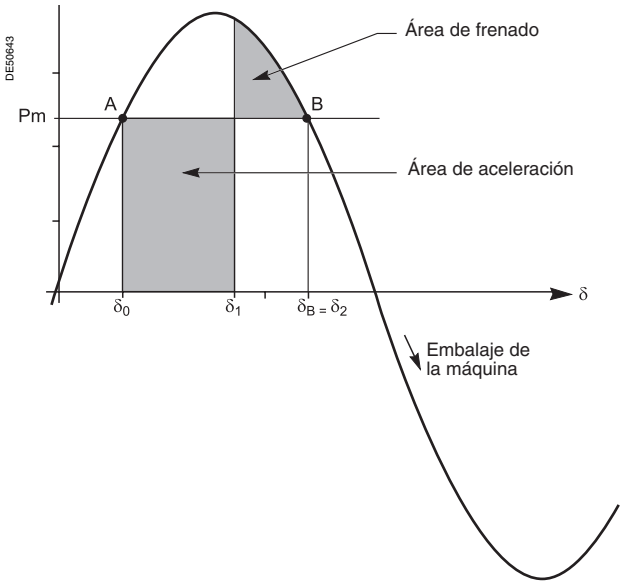
La integral $\int_{t_1}^{t_2} (P_m - P_e(t))dt$ se denomina el área de frenado.



■ eliminación del fallo y pérdida del sincronismo
durante el frenado, la máquina pasa el punto B y comienza a acelerar puesto que superado este punto, $Pm - Pe(t) > 0$.

El área de frenado $\int_{t_1}^{t_2} (P_m - P_e(t))dt$ no es suficiente.

La máquina acelera y se pierde estabilidad. La máquina empieza a alternar entre unas fases en las que suministra la energía eléctrica y otras en las que la consume.



El funcionamiento presentado sigue siendo cierto para otras máquinas distintas de los turbo-alternadores. En este caso, la forma de P_e en función del ángulo interno es diferente. Ocurre lo mismo cuando la tensión en las bornas de la máquina no cae a cero, o cuando se produce una variación de carga después de un deslastrado al eliminarse el fallo.
El caso del motor síncrono es idéntico al del generador síncrono pero en lugar de suministrar energía, la consume. La tensión de la red supera a la fuerza electromotriz. Es preciso entonces invertir las relaciones anteriores.

Reenganchador
Código ANSI 79

Reenganchador de 1 a 4 ciclos para eliminar los fallos temporales o semipermanentes en las líneas aéreas.

Definición

Temporización de liberación
La temporización de liberación se define mediante una orden de cierre del aparato de corte dada por el reenganchador.
Si no se detecta ningún defecto antes del final de la temporización de liberación, el defecto inicial se considera eliminado.
De lo contrario, se inicia un nuevo ciclo de reenganche.

Temporización de enclavamiento
La temporización de enclavamiento se define mediante una orden de cierre manual del aparato de corte. El reenganchador se inhibe mientras dura esta temporización.
Si se detecta un defecto antes de que termine la temporización de enclavamiento, la protección activada ordena el disparo del aparato de corte sin ejecutar el reenganchador.

Temporización de aislamiento
La temporización de aislamiento de ciclo n la inicia la orden de disparo del aparato de corte dada por el reenganchador al ciclo n.
El aparato de corte permanece abierto durante esta temporización.
Al final de la temporización de aislamiento del ciclo n comienza el ciclo n+1, y el reenganchador ordena el cierre del aparato de corte.

Funcionamiento

Función de automatismo que permite limitar la duración de interrupción de servicio después de un disparo debido a un fallo fugitivo o semipermanente que afecte a una línea aérea. El reenganchador controla el cierre automático del aparato de corte después de una temporización necesaria para recomponer el aislamiento.
El funcionamiento del reenganchador se adapta fácilmente a diferentes modos de funcionamiento por parametraje.

Inicialización del reenganchador
El reenganchador está listo para funcionar si se dan todas las condiciones siguientes:
- función de "mando disyuntor" en servicio y reenganchador en servicio (sin inhibir por la entrada lógica de "inhibición de reenganchador")
- interruptor automático cerrado
- la temporización de enclavamiento no está en marcha
- ausencia de fallo relativo al equipo, como por ejemplo, un fallo del circuito de disparo, un fallo de control no ejecutado, baja presión SF6.

Desarrollo de los ciclos
- caso de defecto no eliminado:

Después del disparo por una protección, instantánea o temporizada, la temporización de aislamiento asociada al primer ciclo activo se activa.
Al final de esta temporización, una orden de cierre es dada y se activa la temporización de liberación.
Si la protección detecta un fallo antes del final de esta temporización, se envía una orden de disparo y se activa el siguiente ciclo de reenganche.
Tras el desarrollo de todos los ciclos activos y si el fallo persiste, se emite una orden de disparo definitiva y aparece un mensaje en el visualizador
- caso de defecto eliminado:

Tras una orden de reenganche, y si el fallo no vuelve a aparecer después de la temporización de liberación, el reenganchador se reinicia y aparece un mensaje en el visualizador (ver el ejemplo 1)
- cierre por fallo.

Si el interruptor automático se activa por un fallo o si el fallo aparece antes del final de la temporización de enclavamiento, el reenganchador no realiza ningún ciclo de reenganche. Se emite un mensaje de disparo definitivo.

Condiciones de inhibición del reenganchador
El reenganchador se inhibe en función de las siguientes condiciones:
- mando voluntario de apertura o de cierre
- puesta fuera de servicio del reenganchador
- recepción de una orden de enclavamiento en la entrada lógica de enclavamiento
- aparición de un defecto relacionado con la aparamenta, como un fallo del circuito de disparo, un fallo de mando no ejecutado o baja presión SF6
- apertura del interruptor automático por una protección que no lanza ciclos de reenganche (por ejemplo, protección de frecuencia), por un disparo externo o por una protección configurada como inactiva en el reenganchador.

En este caso, aparece un mensaje de disparo definitivo.

Prolongación de la temporización de aislamiento
Si durante un ciclo de reenganche no es posible volver a cerrar el disyuntor porque su rearme no ha terminado (después de una bajada de tensión auxiliar la duración del rearme es más larga), el tiempo de aislamiento de este ciclo puede prolongarse hasta el momento en el que el disyuntor esté listo para efectuar un ciclo de "Apertura-Cierre-Apertura". El tiempo máximo que se añade al tiempo de aislamiento se puede ajustar (Tespera_máx). Si al final del tiempo máximo de espera el disyuntor sigue sin estar listo, el reenganchador se enclava (ver ejemplo 5).

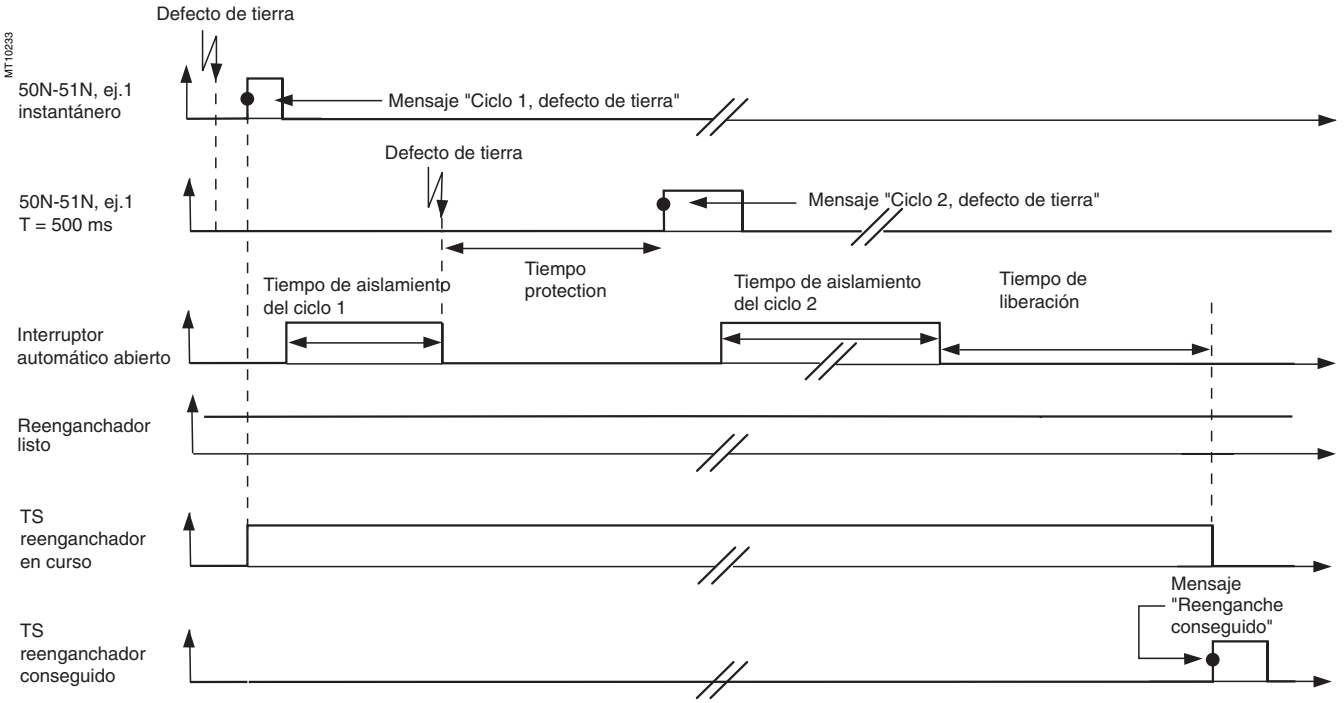
Reenganchador
Código ANSI 79

Características

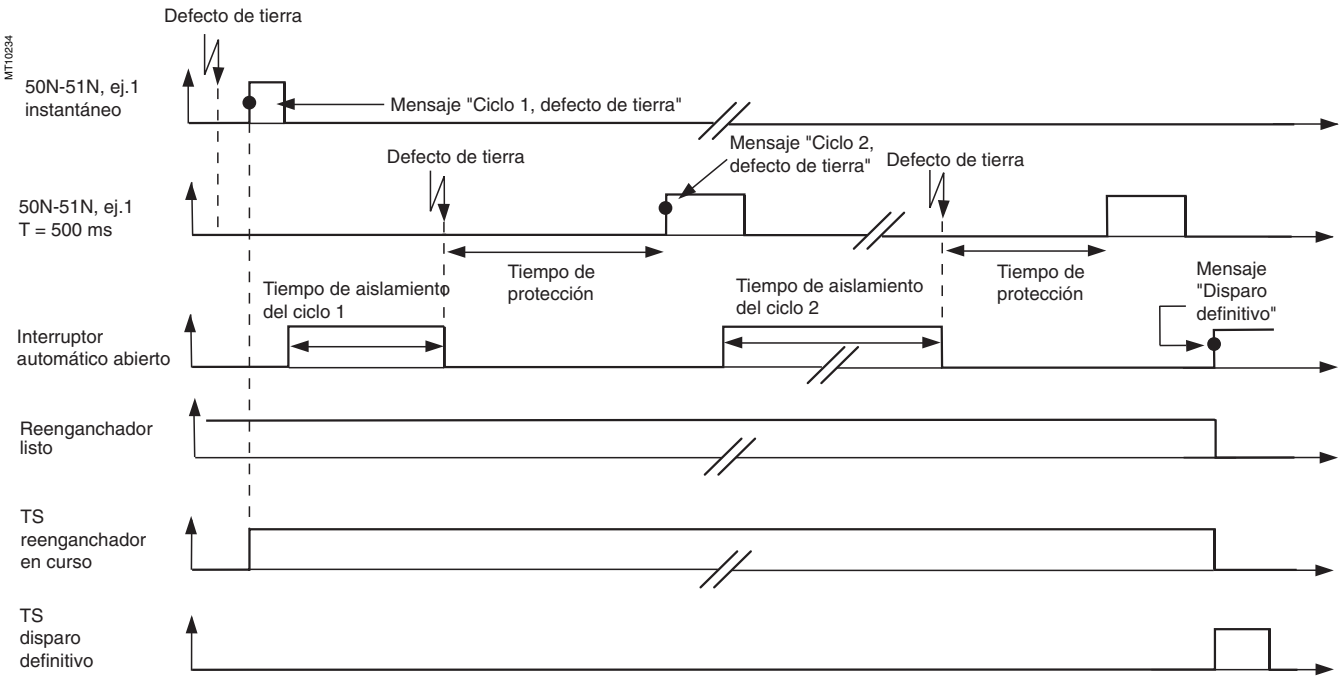
Ajustes			
Número de ciclos			
Rango de ajuste		1 a 4	
Activación del ciclo 1			
Protección 50/51 ejemplares 1 a 4		Instantánea / temporizada/ inactivo	
Protección 50N/51N ejemplares 1 a 4		Instantánea / temporizada/ inactivo	
Protección 67 ejemplares 1 a 2		Instantánea / temporizada/ inactivo	
Protección 67N/67NC ejemplares 1 a 2		Instantánea / temporizada/ inactivo	
Salida del editor de ecuaciones V_TRIPCB		Activo/inactivo	
Activación de los ciclos 2, 3 y 4			
Protección 50/51 ejemplares 1 a 4		Instantánea / temporizada/ inactivo	
Protección 50N/51N ejemplares 1 a 4		Instantánea / temporizada/ inactivo	
Protección 67 ejemplares 1 a 2		Instantánea / temporizada/ inactivo	
Protección 67N/67NC ejemplares 1 a 2		Instantánea / temporizada/ inactivo	
Salida del editor de ecuaciones V_TRIPCB		Activo/inactivo	
Temporizaciones			
Temporización de liberación		0,1 a 300 s.	
Temporización de aislamiento	Ciclo 1	0,1 a 300 s.	
	Ciclo 2	0,1 a 300 s.	
	Ciclo 3	0,1 a 300 s.	
	Ciclo 4	0,1 a 300 s.	
Temporización de enclavamiento		de 0 a 60 s	
Prolongación de la temporización de aislamiento máx.		0,1 a 60 s.	
Precisión (2)		2 % o ±25 ms	
Resolución		10 ms	
Entradas			
Rótulo		**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Inhibición de la protección		P79_1_113	
Salidas			
Rótulo		**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Reenganchador en servicio		P79 _1_201	■
Reenganchador listo		P79 _1_202	■
Reenganche conseguido		P79 _1_203	■
Disparo definitivo		P79 _1_204	■
Reenganche ciclo 1		P79 _1_211	■
Reenganche ciclo 2		P79 _1_212	■
Reenganche ciclo 3		P79 _1_213	■
Reenganche ciclo 4		P79 _1_214	■

(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

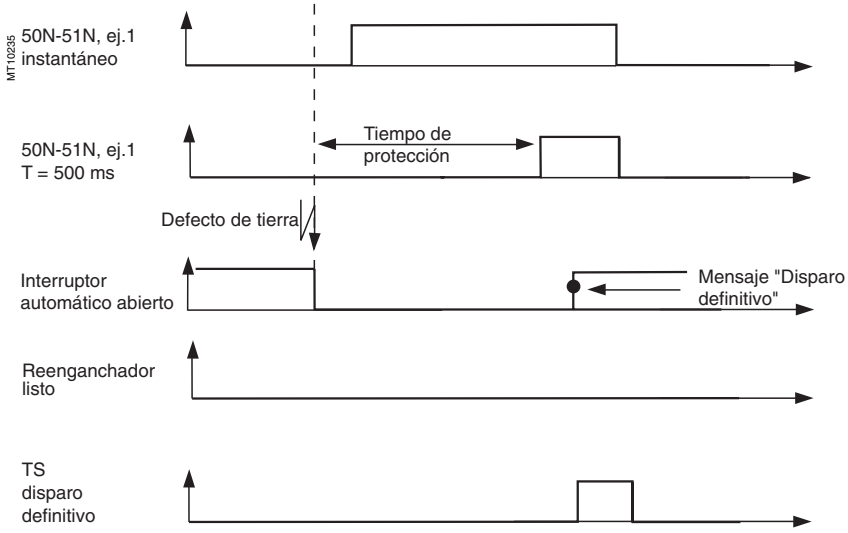
Ejemplo 1: fallo eliminado después del segundo ciclo



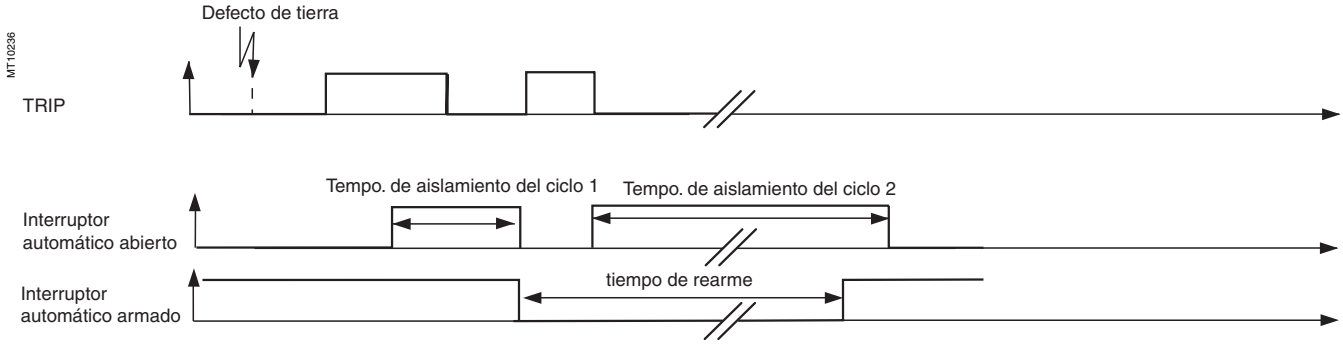
Ejemplo 2: fallo no eliminado



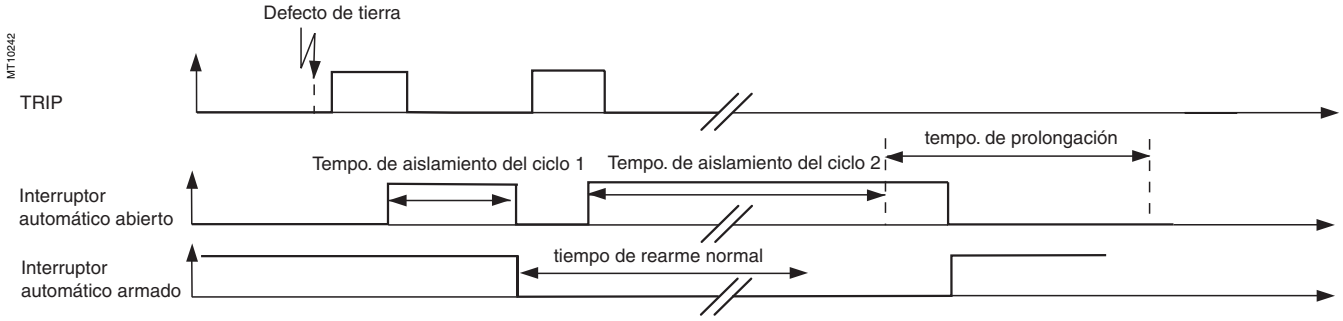
Ejemplo 3: cierre por fallo



Ejemplo 4: sin prolongación del tiempo de aislamiento



Ejemplo 5: prolongación del tiempo de aislamiento



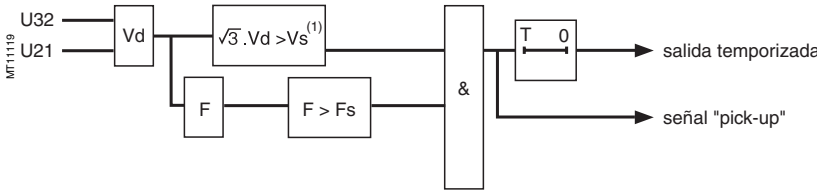
Máxima frecuencia
Código ANSI 81H

Detección de frecuencia muy elevada.

Funcionamiento

Detección de frecuencia demasiado elevada en relación con la frecuencia nominal, con el fin de controlar la calidad de la alimentación o de proteger un generador frente a las sobrevelocidades.
La frecuencia se calcula sobre la tensión V1 o U21 cuando sólo está conectada una única tensión, de lo contrario, para una mayor estabilidad, se calcula sobre la tensión directa. Se compara con el umbral Fs.
El funcionamiento de la protección se inhibe si la tensión que sirve para calcular la frecuencia es inferior al umbral ajustable Vs.
La protección incluye una temporización T a tiempo independiente (constante).

Esquema de principio



(1) *O U21, o bien $\sqrt{3}$.V1 > Vs si hay un solo TT.*

Características

Ajustes		
Umbral Fs		
Rango de ajuste	50 a 55 Hz ó 60 a 65 Hz	
Precisión (1)	± 0,01 Hz	
Resolución	0,1	
Intervalo de retorno	0,25 Hz	
Temporización T		
Rango de ajuste	100 ms a 300 s	
Precisión (1)	± 2% o ± 25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Ajustes avanzados		
Umbral Vs		
Rango de ajuste	20% Un al 50% Un	
Precisión (1)	2 %	
Resolución	1 %	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	Pick-up < 85 ms	
Tiempo de rebasamiento	< 50 ms	
Tiempo de retorno	< 50 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P81H_x_101	
Inhibición de la protección	P81H_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P81H_x_1	
Salida temporizada	P81H_x_3	■
Protección inhibida	P81H_x_16	

x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6) y df/dt < 3 Hz/s.*

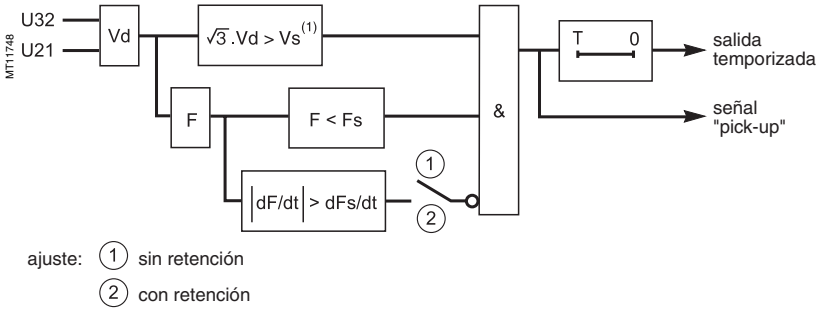
Mínima frecuencia
Código ANSI 81L

Detección de frecuencia demasiado baja; permite el deslastrado en virtud de un criterio de frecuencia métrico.

Funcionamiento

Detección de frecuencia demasiado baja en relación con la frecuencia nominal, con el fin de controlar la calidad de la alimentación. Protección utilizada, bien en disparo general, bien en deslastrado.
La frecuencia se calcula sobre la tensión V1 o U21 cuando sólo está conectada una única tensión, de lo contrario, para una mayor estabilidad, se calcula sobre la tensión directa. Se compara con el umbral Fs.
El funcionamiento de la protección se inhibe si la tensión que sirve para calcular la frecuencia es inferior al umbral ajustable Vs.
La estabilidad de la protección en presencia de tensión remanente después de una pérdida de la alimentación principal queda garantizada por una retención por derivada de frecuencia.
La protección incluye una temporización T a tiempo independiente (constante).

Esquema de principio



(1) *O U21, o bien √3.V1 > Vs si hay un solo TT.*

Características

Ajustes		
Umbral Fs		
Rango de ajuste	de 40 a 50 Hz o de 50 a 60 Hz	
Precisión (1)	± 0,01 Hz	
Resolución	0,1	
Intervalo de retorno	0,25 Hz	
Temporización T		
Rango de ajuste	100 ms a 300 s	
Precisión (1)	± 2% o ± 25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Ajustes avanzados		
Umbral Vs		
Rango de ajuste	20% Un al 50% Un	
Precisión (1)	2 %	
Resolución	1 %	
Retención en variación de frecuencia		
Ajuste	Con / sin	
Umbral dFs/dt	1 Hz/s a 15 Hz/s	
Precisión (1)	±1 Hz/s	
Resolución	±1 Hz/s	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	Pick-up < 85 ms	
Tiempo de rebasamiento	< 50 ms	
Tiempo de retorno	< 50 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P81L_x_101	
Inhibición de la protección	P81L_x_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida instantánea (Pick-up)	P81L_x_1	
Salida temporizada	P81L_x_3	■
Protección inhibida	P81L_x_16	

x: número de ejemplar.
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6) y df/dt < 3 Hz/s.*

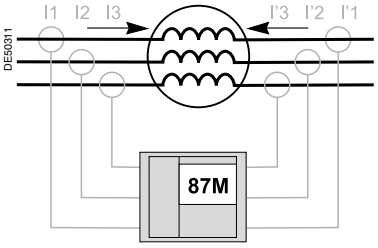
Diferencial de máquina
Código ANSI 87M

Protección de los motores y los generadores contra los cortocircuitos entre fases.

Funcionamiento

Protección contra los cortocircuitos entre fases, basada en la comparación fase a fase de las corrientes a ambos lados de los bobinados de un generador o de un motor.
La protección se activa cuando la diferencia de corriente es superior al umbral definido por:
- una curva de porcentaje
- una curva diferencial de umbral alto.

Elementos de retención garantizan la estabilidad gracias a:
- la detección de un fallo externo o de una fase de arranque
- la detección de una saturación de los TI
- la detección rápida de una pérdida de TI
- la detección de una conexión del transformador.



- diferencial con porcentaje

La característica de disparo de porcentaje se obtiene comparando la corriente atravesante con la corriente diferencial.
Según la convención de medida de las corrientes, representada en el esquema y que respeta el cableado recomendado, las corrientes diferenciales y atravesantes se calculan mediante:
□ corriente diferencial:

$$\mathbf{Idiff_x} = \left|\vec{I}_x - \vec{I'}_x\right| \text{ donde x = 1, 2, 3}$$

□ corriente atravesante:

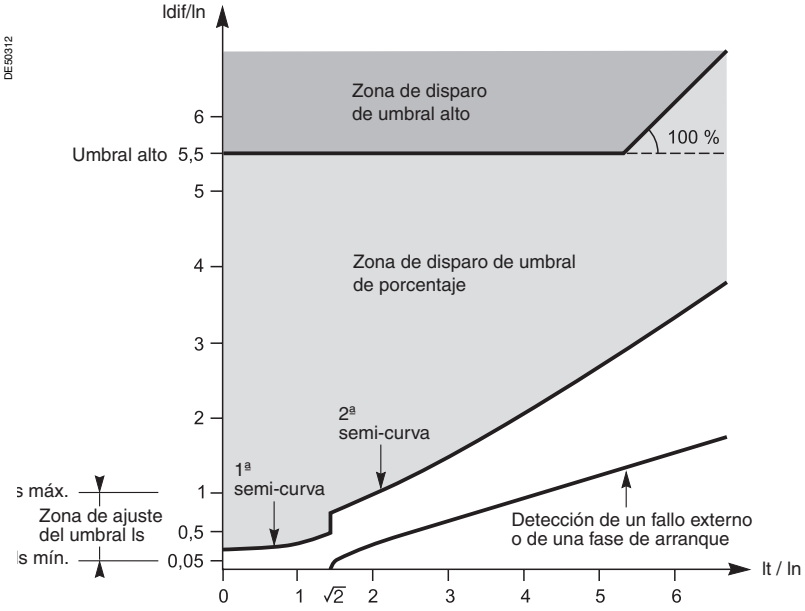
$$\mathbf{It_x} = \frac{\left|\vec{I}_x + \vec{I'}_x\right|}{2} \text{ donde x = 1, 2, 3}$$

La característica de porcentaje se compone de dos medias curvas definidas por las desigualdades siguientes:
□ 1ª media curva dependiente del umbral Is

$$\mathbf{Idiff_x^2} - \frac{\mathbf{It_x^2}}{32} > \mathbf{I_S^2} \text{ donde } \mathbf{0} \leqslant \mathbf{It_x} \leqslant \sqrt{2}\,\mathbf{In} \text{ y x = 1, 2, 3}$$

□ 2ª media curva

$$\frac{\mathbf{Idiff_x^2}}{8} - \frac{\mathbf{It_x^2}}{32} > (\mathbf{0{,}005\ In})^2 \text{ donde } \sqrt{2}\,\mathbf{In} < \mathbf{It_x} \text{ y x = 1, 2, 3}$$



- diferencial de umbral alto

Para evitar cualquier retardo de la protección por un fallo asimétrico importante, se utiliza una diferencial de umbral alto no sujeta a las retenciones; la característica de dicho umbral es la siguiente:

$$\mathbf{Idiff_x > 5{,}5\ In} \text{ y} \frac{\mathbf{Idiff_x}}{\mathbf{It_x}} > \mathbf{1} \text{ donde x = 1, 2, 3}$$

- retención por fallo externo o por fase de arranque

en el arranque o por un fallo externo, la corriente que atraviesa es muy superior a 1,5 In. Mientras que los TI no se saturen, la corriente diferencial es débil. Este estado transitorio se detecta por la característica siguiente:

$$\frac{\mathbf{Idiff_x^2}}{2} - \frac{\mathbf{It_x^2}}{32} < -(\mathbf{0{,}025\ In})^2 \text{ donde x = 1, 2, 3}$$

Puesto que un fallo externo puede ir seguido de una corriente diferencial importante de corta duración, se prevé un tiempo de retención de 200 ms para garantizar la estabilidad de la protección contra este tipo de fenómenos.
- retención por saturación de los TI

Una saturación de TI puede provocar una falsa corriente diferencial y disparar intempestivamente la protección. Esta retención analiza la asimetría de las señales y retiene el disparo en caso de saturación de los TI
- retención por pérdida de TI

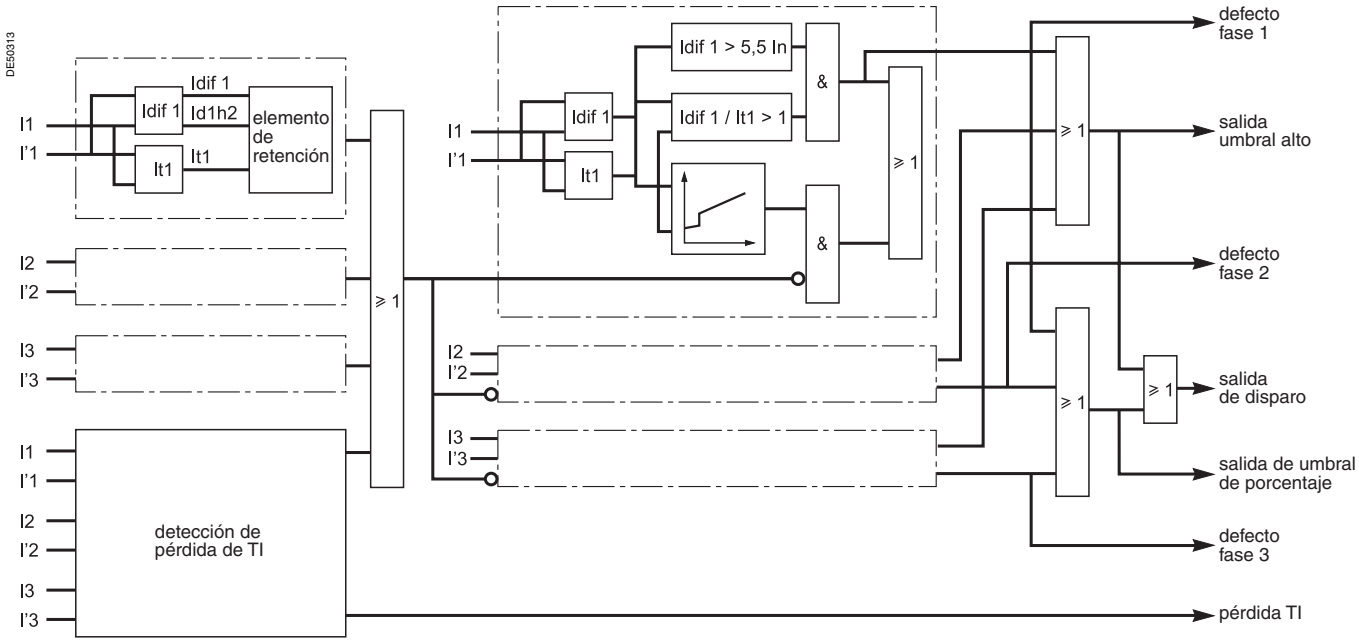
La pérdida de un TI hace aparecer una falsa corriente diferencial que puede hacer disparar intempestivamente la protección. Esta retención permite, a través de un análisis de las muestras, detectar una medida que pasa anormalmente a cero
- retención por conexión del transformador

□ se realiza asegurándose de que el índice de armónico 2 de la corriente diferencial es superior al 15%:

$$\frac{\mathbf{Idiff_{xh2}}}{\mathbf{Id_x}} > \mathbf{0{,}15} \text{ donde x = 1, 2, 3.}$$

Diferencial de máquina
Código ANSI 87M

Esquema de principio



Transformadores de intensidad

Los transformadores de corriente deben opcionalmente:

■ ser de tipo 5P20, con una potencia de precisión $VA_{TI} > R_f In^2$

donde VA_{TI}: potencia de precisión del TI

In: corriente nominal secundaria del TI

■ o definirse por una tensión de codo $Vk \geq (R_{TI} + R_f).20.In$

El rango de ajuste del umbral Is depende de los valores nominales de los sensores de corriente de las vías principales I1, I2, I3 y adicionales I'1, I'2, I'3. El rango de ajuste es la intersección de [0,05In1 0,5In1] con [0,05In2 0,5In2].

Cuando los valores nominales son idénticos, el rango de ajuste es óptimo. Cuando no hay intersección, la función no se puede poner en servicio.

Características

Ajustes		
Umbral Is		
Rango de ajuste	máx(0,05 In1 ; 0,05 In2) ≤ Is ≤ mín(0,5 In1 ; 0,5 In2)	
Precisión (1)	5% Is o 0,4% In	
Resolución	1 A ó 1 dígito	
Porcentaje de liberación	93,5 %	
Ajustes avanzados		
Activación de la retención de pérdida de TI		
Rango de ajuste	Activado/no activado	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	Tiempo de funcionamiento en función de la corriente diferencial	
Tiempo de rebasamiento	< 40 ms	
Tiempo de retorno	< 35 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P87M_1_101	
Inhibición de la protección	P87M_1_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida de protección	P87M_1_3	■
Defecto fase 1	P87M_1_7	
Defecto fase 2	P87M _1_8	
Defecto fase 3	P87M _1_9	
Protección inhibida	P87M_1_16	
Umbral alto	P87M_1_33	
Umbral de porcentaje	P87M_1_34	
Pérdida TI	P87M_1_39	

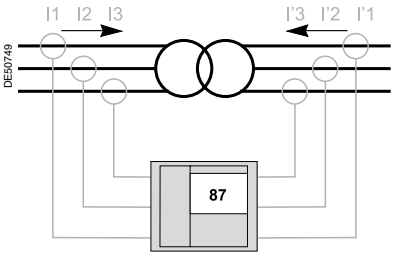
***(1)** En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Diferencial del transformador
Código ANSI 87T

Protección contra los cortocircuitos entre fases de los transformadores.

Funcionamiento

Esta protección recalibra en módulo y en fase las corrientes de cada bobinado en función del índice horario y de la potencia del transformador, así como de los valores de tensión y de corriente parametrizados. Compara a continuación fase a fase las corrientes recalibradas.
La zona protegida está comprendida entre los sensores de las corrientes principales I1, I2, I3 por un lado y los sensores de las corrientes secundarias I'1, I'2, I'3 por otro.



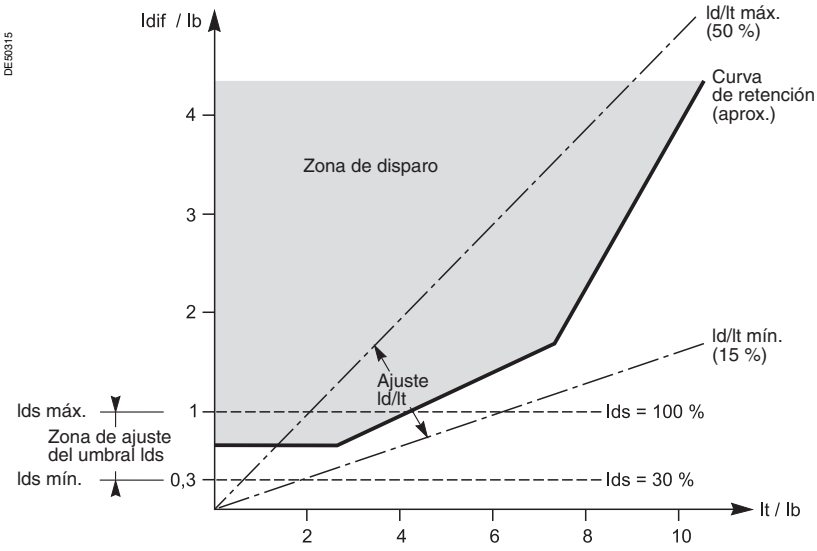
Según la convención de medida de las corrientes, representada en el esquema y que respeta el cableado recomendado, las corrientes diferenciales y atravesantes se calculan mediante:
□ corriente diferencial:

$$\mathbf{Idiff_x} = \left|\vec{I}_{xr} + \vec{I}'_{xr}\right| \qquad \text{donde x = 1, 2, 3}$$

□ corriente atravesante:

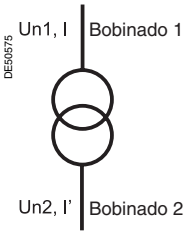
$$\mathbf{It_x} = \mathbf{max}\left(\left|\vec{I}_{xr}\right|, \left|\vec{I}'_{xr}\right|\right) \qquad \text{donde x = 1, 2, 3}$$

Se activa si la corriente diferencial de al menos una fase es superior al umbral de funcionamiento definido por:
■ un umbral mínimo ajustable de corriente diferencial Id
■ una característica ajustable de porcentaje Id/It.
La estabilidad está garantizada por elementos de retención:
■ retención de red de neuronas
La retención de red de neuronas garantiza la estabilidad por fallo externo analizando los índices de armónicos 2 y 5, las corrientes diferenciales y las corrientes atravesantes. Evita los disparos imprevistos al conectar el transformador, cuando se produce un fallo asimétrico exterior a la zona y que provoca la saturación de los sensores de corriente o en la explotación del transformador alimentado por una tensión excesiva (sobreexcitación)
■ retención por pérdida de TI
La pérdida de un TI hace aparecer una falsa corriente diferencial que puede hacer disparar intempestivamente la protección. Esta retención permite mediante un análisis de las muestras y de las corriente diferencial y atravesante detectar una medida que pasa de forma anómala a cero.



Definiciones

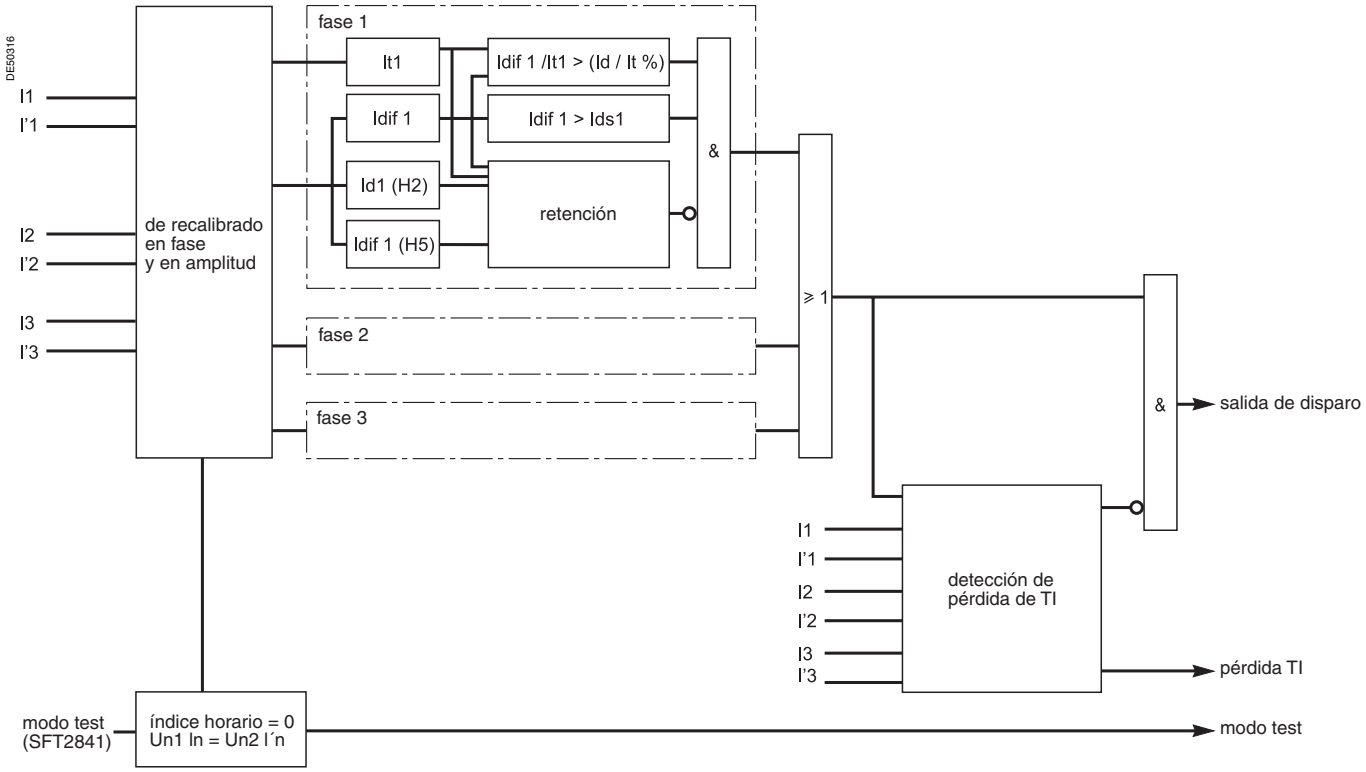
Los términos bobinado 1 y bobinado 2 se utilizan de la siguiente forma:
■ bobinado 1: corresponde al circuito al que están conectadas las corrientes principales I1, I2, I3 y la medida de la tensión V1, V2, V2 o U21, U32
■ bobinado 2: corresponde al circuito al que están conectadas las corrientes adicionales I'1, I'2, I'3.
Las magnitudes eléctricas del transformador deben definirse en la pestaña "características particulares" del software SFT2841:
■ tensión de bobinado 1: Un1
■ tensión de bobinado 2: Un2
■ índice horario
■ potencia nominal del transformador S.
Para ayudar a la puesta en servicio, esta pestaña recapitula:
■ el valor de la corriente nominal del transformador para los bobinados 1 y 2: In1, In2
■ el valor parametrizado en la pestaña "sensores TI/TT" de la corriente básica Ib del bobinado 1
■ el valor calculado por la relación de transformación de la corriente básica I'b del bobinado 2.



Ejemplo: Un1 = 66 kV, Un2 = 11 kV.

Diferencial del transformador
Código ANSI 87T

Esquema de principio



Modo test

Están disponibles dos modos de funcionamiento para facilitar las operaciones de mantenimiento y de instalación:

■ modo normal

La protección de control, en función de sus ajustes, las salidas de disparo y de señalización. Es el modo de funcionamiento habitual

■ modo test

La protección de control, con los ajustes del modo test, las salidas de disparo y de señalización. Se puede acceder a este modo únicamente a través del software SFT2841 conectado y en modo "regulador". La desconexión del software conlleva el paso al modo normal.

El paso del modo normal al modo test puede provocar un disparo imprevisto si el transformador protegido está en servicio.

Ajustes asociados al modo test:

$$\mathbf{Un1} = \frac{\mathbf{S}}{\mathbf{In1} \times \sqrt{\mathbf{3}}}$$

$$\mathbf{Un2} = \frac{\mathbf{S}}{\mathbf{In2} \times \sqrt{\mathbf{3}}}$$

índice horario = 0.

Transformadores de intensidad

Los transformadores de intensidad deben ser del tipo 5P20. Su calibre debe respetar la siguiente regla:

■ para el bobinado 1: $\mathbf{0,1} \times \frac{\mathbf{S}}{\mathbf{Un1} \times \sqrt{\mathbf{3}}} \leq \mathbf{In} \leq \mathbf{2,5} \times \frac{\mathbf{S}}{\mathbf{Un1} \times \sqrt{\mathbf{3}}}$

■ para el bobinado 2: $\mathbf{0,1} \times \frac{\mathbf{S}}{\mathbf{Un2} \times \sqrt{\mathbf{3}}} \leq \mathbf{I'n} \leq \mathbf{2,5} \times \frac{\mathbf{S}}{\mathbf{Un2} \times \sqrt{\mathbf{3}}}$

Características

Ajustes		
Umbral mínimo Ids		
Rango de ajuste	del 30% al 100% de In1	
Precisión (1)	±1 %	
Resolución	1 %	
Porcentaje de liberación	(90 ±5) %	
Características de porcentaje Id/It		
Rango de ajuste	del 15% al 50%	
Precisión (1)	±2 %	
Resolución	1 %	
Porcentaje de liberación	(90 ±5) %	
Modo test		
Rango de ajuste	Modo normal / modo test	
Ajustes avanzados		
Retención por pérdida de TI		
Rango de ajuste	Activo/inactivo	
Tiempos característicos		
Tiempo de funcionamiento	Típico 35 ms	
Tiempo de retorno	< 35 ms	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Reset de la protección	P87T_1_101	
Inhibición de la protección	P87T_1_113	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Salida de protección	P87T_1_3	■
Protección inhibida	P87T_1_16	
Pérdida TI	P87T_1_39	
Modo test	P87T_1_41	

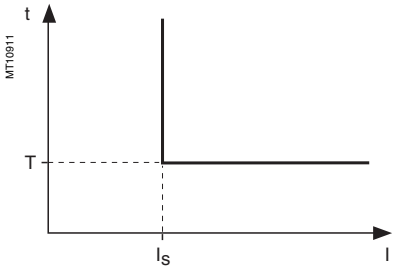
(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Generalidades
Curvas de disparo

Presentación del funcionamiento y del ajuste de las curvas de disparo de las funciones de protección:
- *de tiempo independiente*
- *de tiempo dependiente*
- *con tiempo de mantenimiento.*

Protección de tiempo independiente

El tiempo de disparo es constante. La temporización se inicializa desde que se supera el umbral de funcionamiento.



Principio de la protección de tiempo independiente.

Protección de tiempo dependiente

El tiempo de funcionamiento depende de la magnitud protegida (la intensidad de fase, la intensidad a tierra…) conforme a las normas CEI IEC 60255-3, BS 142, IEEE C 37112.

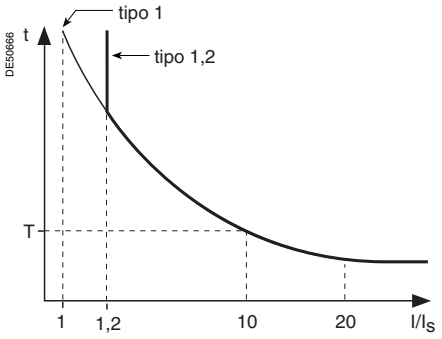
El funcionamiento se representa mediante una curva característica, por ejemplo:
- curva t = f(I) para la función de **máxima intensidad de fase**
- curva t = f(I0) para la función de **máxima intensidad a tierra.**

La continuación del documento se basa en t = f(I); el razonamiento se puede extender a otras variables I0…

Esta curva se define mediante:
- su tipo (inversa, muy inversa, extremadamente inversa, etc.)
- su ajuste de intensidad Is, que corresponde a la asíntota vertical de la curva
- su ajuste de temporización T, que corresponde al tiempo de funcionamiento para I = 10 Is.

Estos 3 ajustes se realizan cronológicamente en este orden: tipo, intensidad Is, temporización T.

Modificar el ajuste de temporización T en x%, modifica en x% el conjunto de los tiempos de funcionamiento de la curva.



Principio de la protección de tiempo dependiente.

El tiempo de disparo para valores de I/Is inferiores a 1,2 depende del tipo de curva elegida.

Designación de la curva	Tipo
Tiempo inverso (SIT)	1, 2
Tiempo muy inverso (VIT o LTI)	1, 2
Tiempo extremadamente inverso (EIT)	1, 2
Tiempo ultra inverso (UIT)	1, 2
Curva RI	1
CEI tiempo inverso SIT / A	1
CEI tiempo muy inverso VIT o LTI / B	1
CEI tiempo extremadamente inverso EIT / C	1
IEEE moderately inverse (CEI / D)	1
IEEE very inverse (CEI / E)	1
IEEE extremely inverse (CEI / F)	1
IAC inversa	1
IAC very inverse	1
IAC extremely inverse	1

- cuando la magnitud vigilada es superior a 20 veces el umbral, el tiempo de disparo se maximiza al valor correspondiente a 20 veces el umbral
- si la magnitud vigilada supera la capacidad de medida del Sepam (40 In para las vías de corriente de fase, 20 In0 para las vías de corriente residual). El tiempo de disparo se maximiza al valor correspondiente al valor más grande medible (40 In o 20 In0).

Generalidades
Curvas de disparo

Curvas de tiempo dependiente de la corriente

Se ofrecen varias curvas de disparo de tiempo dependiente para cubrir la mayoría de los casos de aplicación:
- curvas definidas por la norma CEI (SIT, VIT/LTI, EIT)
- curvas definidas por la norma IEEE (MI, VI, EI)
- curvas usuales (UIT, RI, IAC).

Curvas CEI

Ecuación	Tipo de curva	Valores de los coeficientes		
		k	α	β
$t_d(I) = \frac{k}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^{\alpha} - 1} \times \frac{T}{\beta}$	Inversa / A	0,14	0,02	2,97
	Muy inversa / B	13,5	1	1,50
	Extremadamente inversa / B	120	1	13,33
	Extremadamente inversa / C	80	2	0,808
	Ultrainversa	315,2	2,5	1

Curva RI

Ecuación: $t_d(I) = \frac{1}{0{,}339 - 0{,}236\left(\frac{I}{I_s}\right)^{-1}} \times \frac{T}{3{,}1706}$

Curvas IEEE

Ecuación	Tipo de curva	Valores de los coeficientes			
		A	B	p	β
$t_d(I) = \left(\frac{A}{\left(\frac{I}{I_s}\right)^{p} - 1} + B\right) \times \frac{T}{\beta}$	Moderadamente inversa	0,010	0,023	0,02	0,241
	Muy inversa	3,922	0,098	2	0,138
	Extremadamente inversa	5,64	0,0243	2	0,081

Curvas IAC

Ecuación	Tipo de curva	Valores de los coeficientes					
		A	B	C	D	E	β
$t_d(I) = \left(A + \frac{B}{\left(\frac{I}{I_s} - C\right)} + \frac{D}{\left(\frac{I}{I_s} - C\right)^2} + \frac{E}{\left(\frac{I}{I_s} - C\right)^3}\right) x \frac{T}{\beta}$	Inversa	0,208	0,863	0,800	-0,418	0,195	0,297
	Muy inversa	0,090	0,795	0,100	-1,288	7,958	0,165
	Extremadamente inversa	0,004	0,638	0,620	1,787	0,246	0,092

Curvas de tiempo dependiente de la tensión

Ecuación para ANSI 27 - Mínima tensión

$$t_d(I) = \frac{T}{1 - \left(\frac{V}{V_s}\right)}$$

Ecuación para ANSI 59N - Máxima tensión residual

$$t_d(I) = \frac{T}{\left(\frac{V}{V_s}\right) - 1}$$

Curva de tiempo dependiente de la relación tensión/frecuencia

Ecuación para ANSI 24 - Sobreflujo (V/Hz)

Con G = V/f o U/f

$$t_d(G) = \frac{1}{\left(\frac{G}{G_s} - 1\right)^{p}} x\, T$$

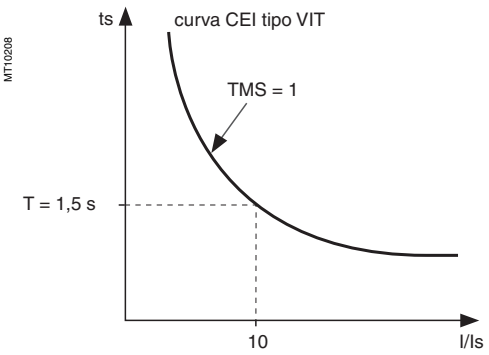
Tipo de curva	p
A	0,5
B	1
C	2

Ajuste de las curvas de tiempo dependiente, temporización T o factor TMS

La temporización de las curvas de disparo de tiempo dependiente de la corriente (excepto las curvas personalizada y RI) se puede ajustar:
- bien por tiempo T, tiempo de funcionamiento a 10 x Is
- bien por factor TMS, factor correspondiente a T/β en las siguientes ecuaciones.

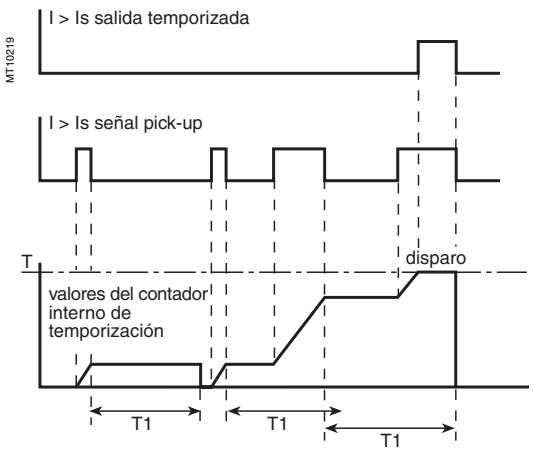
Ejemplo: $t(I) = \frac{13,5}{\frac{I}{Is} - 1} \times TMS$ con $TMS = \frac{T}{1,5}$.

La curva CEI de tipo VIT está colocada de manera idéntica con: TMS = 1 si T = 1,5 s.



Ejemplo

Generalidades
Curvas de disparo



Detección de los fallos que se reinician gracias al tiempo de mantenimiento ajustable.

Tiempo de mantenimiento

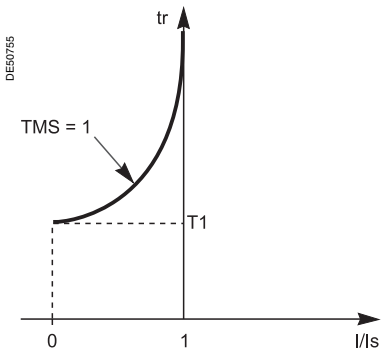
El tiempo de mantenimiento T1 ajustable (reset time) permite:
- detectar fallos repetitivos (timer hold, curva de tiempo independiente)
- la coordinación con relés electromecánicos (curva de tiempo dependiente).
- El tiempo de mantenimiento se puede inhibir si fuera necesario.

Ecuación de la curva de tiempo de mantenimiento de tiempo dependiente

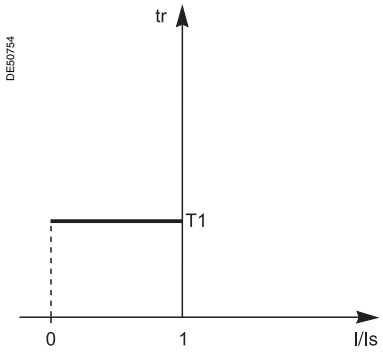
Ecuación: $t_r(I) = \frac{T1}{1-\left(\frac{I}{Is}\right)^2} \times \frac{T}{\beta}$ con $\frac{T}{\beta} = TMS$.

T1 = valor de ajuste del tiempo de mantenimiento
(tiempo de mantenimiento para I retorno = 0 y TMS = 1).
T = valor de ajuste de la temporización de disparo (a 10 Is).

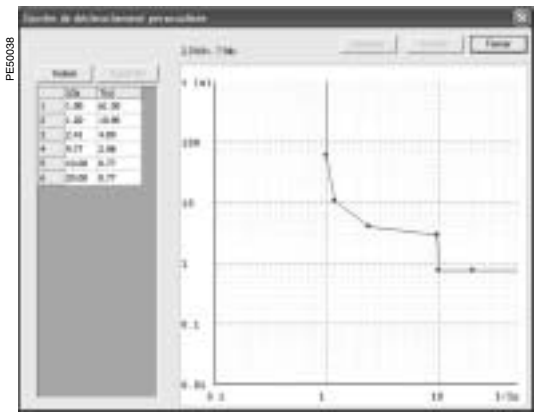
ß = valor de la curva de disparo básico a $\frac{k}{10^{\alpha}-1}$.



Tiempo de mantenimiento dependiente de la corriente I.



Tiempo de mantenimiento constante.



Definición de la curva de disparo personalizada a través del software SFT2841.

Curva de disparo personalizada

Definida punto por punto con ayuda del software de parametraje y de explotación SFT2841 (menú aplicación); esta curva permite resolver todos los casos particulares de coordinación de protección o renovación.
Contiene entre 2 y 30 puntos cuyas coordenadas deben ser:
- crecientes en el eje I/Is
- decrecientes en el eje t.

Los dos puntos extremos definen las asíntotas de la curva.
Debe haber al menos 1 punto de abscisa 10 I/Is. Sirve de referencia para fijar la temporización de la función de protección por traslación de la curva.

Realización de curvas de tiempo dependiente: ejemplos de problemas para resolver

Problema n° 1
Conociendo el tipo de tiempo dependiente, determinar los ajustes de intensidad Is y de temporización T.
El ajuste de intensidad Is corresponde a priori a la corriente máxima que puede ser permanente: es en general la intensidad nominal del equipo protegido (cable, transformador).
El ajuste de la temporización T corresponde al punto de funcionamiento a 10 Is de la curva. Este ajuste se determina teniendo en cuenta la selectividad con las protecciones aguas arriba y abajo.
La selectividad lleva a definir un punto A de la curva de funcionamiento (IA, tA), por ejemplo el punto correspondiente a la intensidad de defecto máxima relativa a la protección aguas abajo.

Problema n° 2
Conociendo el tipo de tiempo dependiente, el ajuste de la intensidad Is y un punto k (Ik, tk) de la curva de funcionamiento, determinar el ajuste de temporización T.
En la curva estándar del mismo tipo, leer el tiempo de funcionamiento tsk correspondiente a la intensidad relativa

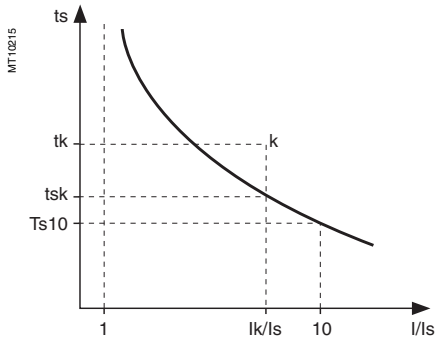
$$\frac{Ik}{Is}$$

y el tiempo de funcionamiento Ts10 correspondiente a la intensidad relativa

$$\frac{I}{Is} = 10$$

El ajuste de temporización que se debe realizar para que la curva de funcionamiento pase por el punto k (Ik, tk) es:

$$T = Ts10 \times \frac{tk}{tsk}$$



Otro método práctico:
la tabla adjunta indica los valores de

$$K = \frac{ts}{ts10} \text{ en función de } \frac{I}{Is}$$

En la columna correspondiente al tipo de temporización leer el valor $K = \frac{tsk}{Ts10}$ en la línea correspondiente a $\frac{Ik}{Is}$

El ajuste de temporización que se debe realizar para que la curva de funcionamiento pase por el punto k (Ik, tk) es: $T = \frac{tk}{k}$

Ejemplo
Datos:
tipo de temporización: tiempo inverso (**SIT**)
el umbral: Is
un punto k de la curva de funcionamiento: k (3,5 Is; 4 s)

Pregunta: ¿cuál es el ajuste T de la temporización (tiempo de funcionamiento a 10 Is)?

Lectura de la tabla: columna **SIT**
línea $\frac{I}{Is} = 3,5$

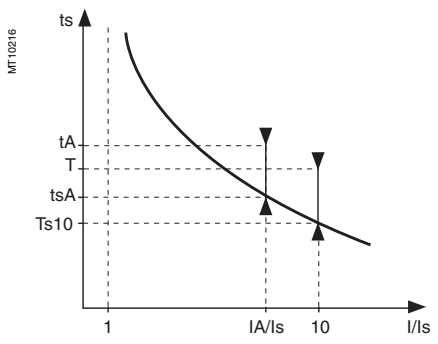
K = 1,86
Respuesta: el ajuste de la temporización es $T = \frac{4}{1,86} = 2,15\ s$

Problema n° 3
Conociendo los ajustes de la intensidad Is y la temporización T para un tipo de temporización (inverso, muy inverso, extremadamente inverso) encontrar el tiempo de funcionamiento para un valor de intensidad IA.
En la curva estándar del mismo tipo, leer el tiempo de funcionamiento tsA correspondiente a la intensidad relativa.

$$\frac{IA}{Is}$$

y el tiempo de funcionamiento Ts10 correspondiente a la intensidad relativa $\frac{I}{Is} = 10$
El tiempo de funcionamiento tA para la intensidad IA con los ajustes Is y T es

$$tA = tsA \times \frac{T}{Ts10}$$



Generalidades
Curvas de disparo

Otro método práctico: la tabla adjunta indica los valores de

$\mathbf{K = \frac{ts}{Ts10}}$ en función de $\mathbf{\frac{I}{Is}}$

En la columna correspondiente al tipo de temporización, leer el valor $\mathbf{K = \frac{tsA}{Ts10}}$

en la línea correspondiente a $\mathbf{\frac{IA}{Is}}$

El tiempo de funcionamiento tA para la corriente IA con los ajustes Is y T es **tA = K. T**

Ejemplo
Datos:
- tipo de temporización: tiempo muy inverso (**VIT**)
- el umbral: Is
- la temporización T = 0,8 s.

Pregunta: ¿cuál es el tiempo de funcionamiento para la intensidad IA = 6 Is?
Lectura de la tabla: columna **VIT**

línea $\mathbf{\frac{I}{Is} = 6}$

Respuesta: el tiempo de funcionamiento para la intensidad IA es t = 1,80 x 0,8 = 1,44 s.

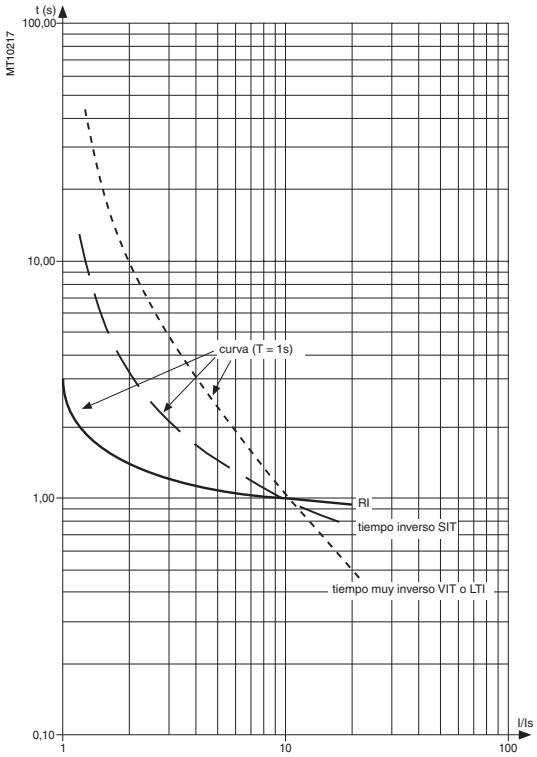
Tabla de valores de K

I/Is	SIT y CEI/A	VIT, LTI y CEI/B	EIT y CEI/C	UIT	RI	IEEE MI (CEI/D)	IEEE VI (CEI/E)	IEEE EI (CEI/F)	IAC I	IAC VI	IAC EI
1,0	—	—	—	—	3.062	—	—	—	62.005	62.272	200.226
1,1	24,700 (1)	90,000 (1)	471,429 (1)	—	2,534	22,461	136,228	330,606	19,033	45,678	122,172
1,2	12,901	45,000	225,000	545,905	2,216	11,777	65,390	157,946	9,413	34,628	82,899
1,5	5,788	18,000	79,200	179,548	1,736	5,336	23,479	55,791	3,891	17,539	36,687
2,0	3,376	9,000	33,000	67,691	1,427	3,152	10,199	23,421	2,524	7,932	16,178
2,5	2,548	6,000	18,857	35,490	1,290	2,402	6,133	13,512	2,056	4,676	9,566
3,0	2,121	4,500	12,375	21,608	1,212	2,016	4,270	8,970	1,792	3,249	6,541
3,5	1,858	3,600	8,800	14,382	1,161	1,777	3,242	6,465	1,617	2,509	4,872
4,0	1,676	3,000	6,600	10,169	1,126	1,613	2,610	4,924	1,491	2,076	3,839
4,5	1,543	2,571	5,143	7,513	1,101	1,492	2,191	3,903	1,396	1,800	3,146
5,0	1,441	2,250	4,125	5,742	1,081	1,399	1,898	3,190	1,321	1,610	2,653
5,5	1,359	2,000	3,385	4,507	1,065	1,325	1,686	2,671	1,261	1,473	2,288
6,0	1,292	1,800	2,829	3,616	1,053	1,264	1,526	2,281	1,211	1,370	2,007
6,5	1,236	1,636	2,400	2,954	1,042	1,213	1,402	1,981	1,170	1,289	1,786
7,0	1,188	1,500	2,063	2,450	1,033	1,170	1,305	1,744	1,135	1,224	1,607
7,5	1,146	1,385	1,792	2,060	1,026	1,132	1,228	1,555	1,105	1,171	1,460
8,0	1,110	1,286	1,571	1,751	1,019	1,099	1,164	1,400	1,078	1,126	1,337
8,5	1,078	1,200	1,390	1,504	1,013	1,070	1,112	1,273	1,055	1,087	1,233
9,0	1,049	1,125	1,238	1,303	1,008	1,044	1,068	1,166	1,035	1,054	1,144
9,5	1,023	1,059	1,109	1,137	1,004	1,021	1,031	1,077	1,016	1,026	1,067
10,0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10,5	0,979	0,947	0,906	0,885	0,996	0,981	0,973	0,934	0,985	0,977	0,941
11,0	0,959	0,900	0,825	0,787	0,993	0,963	0,950	0,877	0,972	0,957	0,888
11,5	0,941	0,857	0,754	0,704	0,990	0,947	0,929	0,828	0,960	0,939	0,841
12,0	0,925	0,818	0,692	0,633	0,988	0,932	0,912	0,784	0,949	0,922	0,799
12,5	0,910	0,783	0,638	0,572	0,985	0,918	0,896	0,746	0,938	0,907	0,761
13,0	0,895	0,750	0,589	0,518	0,983	0,905	0,882	0,712	0,929	0,893	0,727
13,5	0,882	0,720	0,546	0,471	0,981	0,893	0,870	0,682	0,920	0,880	0,695
14,0	0,870	0,692	0,508	0,430	0,979	0,882	0,858	0,655	0,912	0,868	0,667
14,5	0,858	0,667	0,473	0,394	0,977	0,871	0,849	0,631	0,905	0,857	0,641
15,0	0,847	0,643	0,442	0,362	0,976	0,861	0,840	0,609	0,898	0,846	0,616
15,5	0,836	0,621	0,414	0,334	0,974	0,852	0,831	0,589	0,891	0,837	0,594
16,0	0,827	0,600	0,388	0,308	0,973	0,843	0,824	0,571	0,885	0,828	0,573
16,5	0,817	0,581	0,365	0,285	0,971	0,834	0,817	0,555	0,879	0,819	0,554
17,0	0,808	0,563	0,344	0,265	0,970	0,826	0,811	0,540	0,874	0,811	0,536
17,5	0,800	0,545	0,324	0,246	0,969	0,819	0,806	0,527	0,869	0,804	0,519
18,0	0,792	0,529	0,307	0,229	0,968	0,812	0,801	0,514	0,864	0,797	0,504
18,5	0,784	0,514	0,290	0,214	0,967	0,805	0,796	0,503	0,860	0,790	0,489
19,0	0,777	0,500	0,275	0,200	0,966	0,798	0,792	0,492	0,855	0,784	0,475
19,5	0,770	0,486	0,261	0,188	0,965	0,792	0,788	0,482	0,851	0,778	0,463
20,0	0,763	0,474	0,248	0,176	0,964	0,786	0,784	0,473	0,848	0,772	0,450

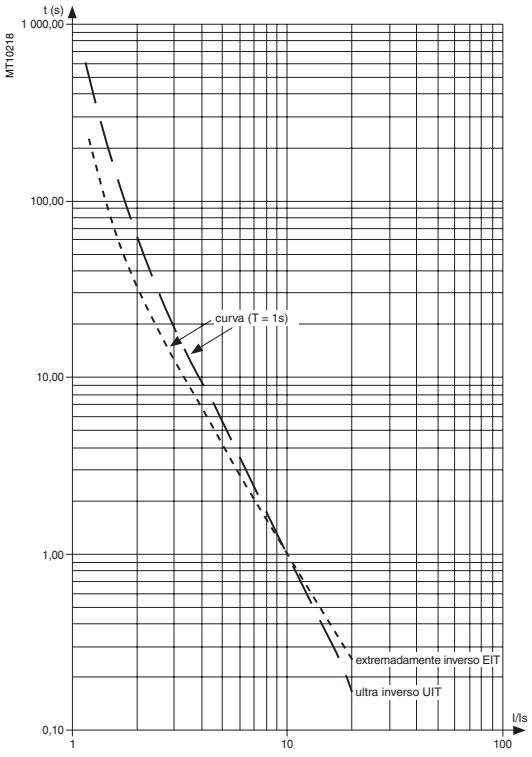
(1) *Valores adaptados sólo a las curvas CEI A, B y C.*

Generalidades
Curvas de disparo

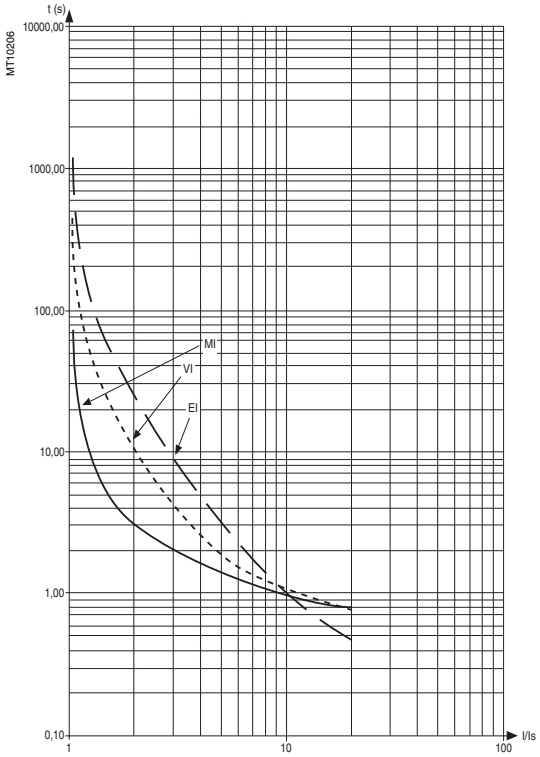
Curva de tiempo inverso EIT
Curva de tiempo muy inverso VIT o LTI



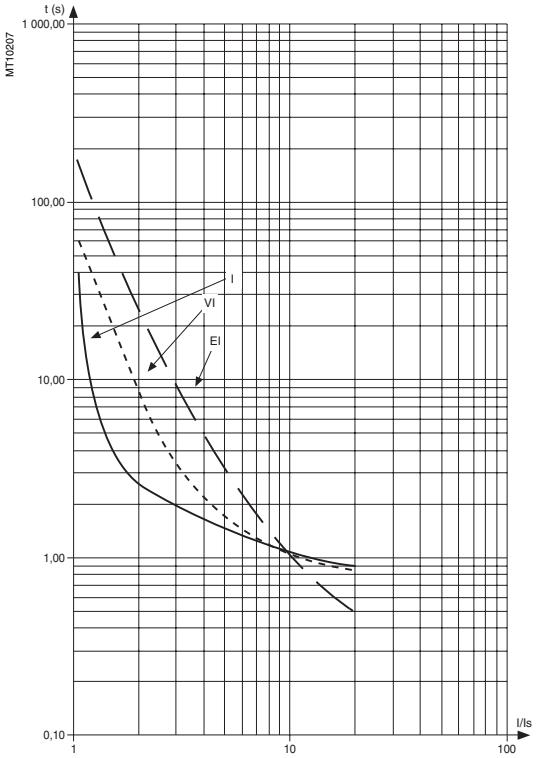
Curva de tiempo extremadamente inverso EIT
Curva de tiempo ultra inverso UIT



Curvas IEEE



Curvas IAC



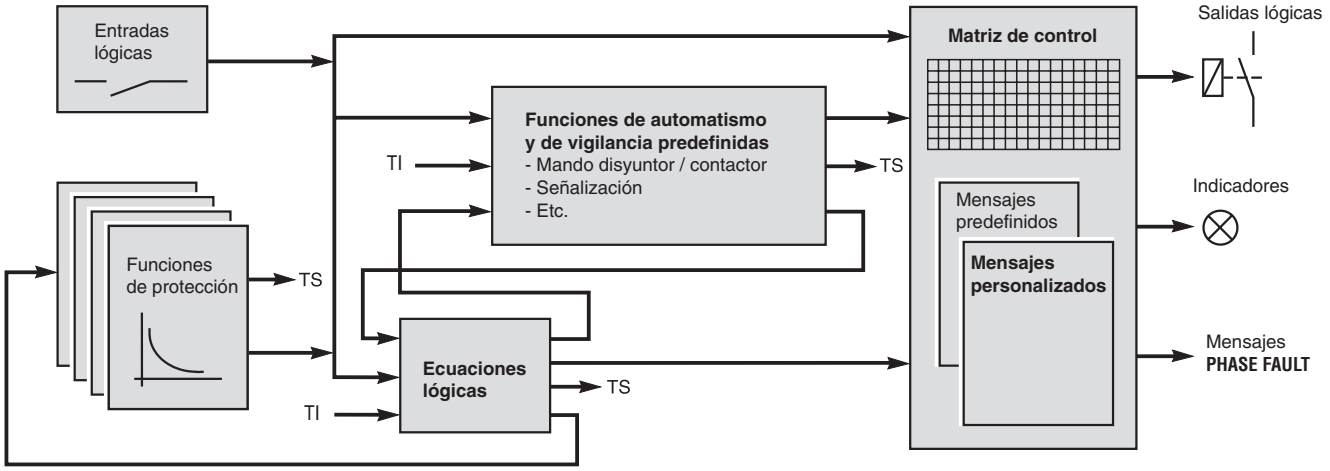
Descripción **142**
Definición de los símbolos **143**
Asignación de las entradas / salidas lógicas **144**
Asignación estándar de las entradas lógicas **145**
Mando disyuntor **146**
Enganche / acuse de recibo
Discordancia TI / posición de aparamenta **148**
Deslastrado **149**
Rearranque **150**
Parada y disparo de los generadores **152**
Parada del grupo 153
Desexcitación 154
Ejemplo 155
Disparo de la osciloperturbografía
Basculamiento del juego de ajuste **156**
Señalización local **157**
Matriz de control **160**
Ecuaciones lógicas **161**
Selectividad lógica **165**
Principio 165
Aplicaciones S80, S81, T81 167
Aplicaciones M81, M87, M88 168
Aplicaciones S82, T82, T87, G82, G87, G88 169
Ejemplo de ajuste: red en antena 171
Ejemplo de ajuste: llegadas en paralelo 173
Ejemplo de ajuste: red en bucle cerrado 174

El Sepam realiza las funciones de control y supervisión necesarias para la explotación de la red eléctrica:
■ las funciones de control y supervisión principales se definen y corresponden a los casos de aplicación más frecuentes. Listas para el empleo, se instalan mediante simple parametrización tras la asignación de las entradas/salidas lógicas necesarias
■ las funciones de control y supervisión específicas que corresponden a necesidades concretas también se pueden realizar con el Sepam a través del software SFT2841, que ofrece las siguientes funciones de personalización:
□ edición de ecuaciones lógicas para programar funciones de control y supervisión originales
□ creación de mensajes personalizados para señalización local
□ personalización de la matriz de control para adaptar la asignación de las salidas de relé, los indicadores y los mensajes de señalización.

Principio de funcionamiento

El tratamiento de cada función de control y supervisión se puede descomponer en 3 fases:
■ adquisición de la información de las entradas:
□ resultados del tratamiento de las funciones de protección
□ información externa todo o nada, conectada a las entradas lógicas de un módulo opcional de entradas / salidas MES120
□ telemando (TC) procedente de la comunicación Modbus
■ tratamiento lógico de la función de control y supervisión propiamente dicha
■ explotación de los resultados del tratamiento:
□ activación de las salidas de relé para controlar un accionador
□ información para el usuario:
- mediante mensaje o indicador de señalización en el IHM avanzado y en el software SFT2841
- por teleseñalización (TS) para la información remota a través de la comunicación Modbus.

DE50638



PE50018

Configuración máxima de Sepam serie 80 con 3 módulos MES120: 42 entradas y 23 salidas.

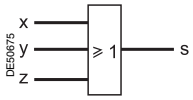
Entradas y salidas digitales

El número de entradas / salidas de Sepam se debe adaptar a las funciones de control y supervisión utilizadas.
La extensión de las 5 salidas presentes en la unidad básica de los Sepam serie 80 se realiza añadiendo 1, 2 ó 3 módulos MES120 de 14 entradas lógicas y 6 salidas de relé.
Después de la configuración del número de módulos MES120 necesarios para las necesidades de una aplicación, las entradas lógicas utilizadas deben asignarse a una función. Esta asignación se realiza en la lista de las funciones disponibles, que abarca todas las utilizaciones posibles. De este modo, las funciones utilizadas se pueden adaptar según las necesidades del usuario, dentro de los límites de las entradas lógicas disponibles. Las entradas se pueden invertir para obtener un funcionamiento por falta de tensión.
Se ofrece una asignación por defecto de las entradas / salidas correspondiente a los casos de utilización más frecuentes.

En esta ficha se ofrece el significado de los símbolos utilizados en los diferentes esquemas de bloque de las fichas de funciones de automatismo.

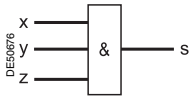
Funciones lógicas

■ **"O"**



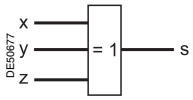
Ecuación: S = X + Y + Z.

■ **"Y"**



Ecuación: S = X x Y x Z.

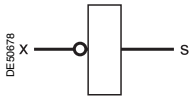
■ **"O" exclusivo**



S = 1 si una única entrada está a 1
(S = 1 si X + Y + Z = 1).

■ **Complemento**

Estas funciones pueden utilizar el complemento de una información.

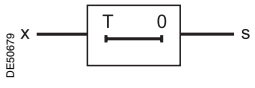


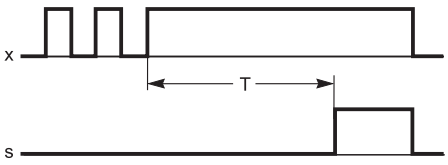
Ecuación: S = $\overline{X}$ (S = 1 si X = 0).

Temporizaciones

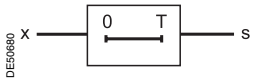
Dos tipos de temporizaciones:

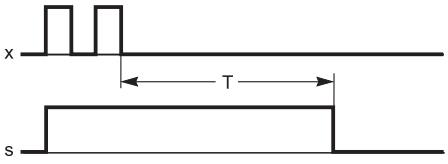
■ "en el ascenso": permite retrasar la aparición de una información de un tiempo T





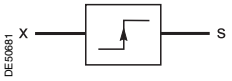
■ "en la caída": permite retrasar la desaparición de una información de un tiempo T.

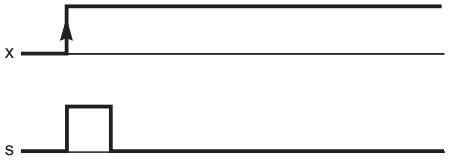




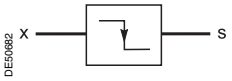
Tratamiento por impulsos

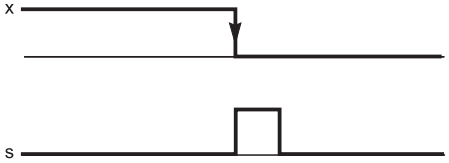
■ "en el ascenso": permite crear un impulso de corta duración (1 ciclo) cada vez que aparece una información





■ "en la caída": permite crear un impulso de corta duración (1 ciclo) con cada desaparición de información.

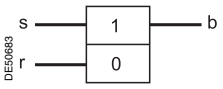


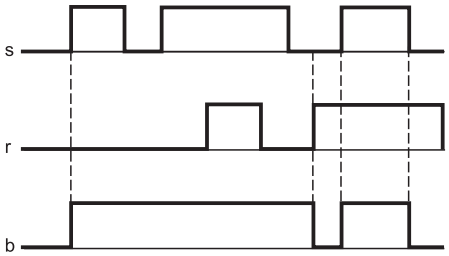


Nota : *la desaparición de información puede deberse a la pérdida de alimentación auxiliar.*

Función biestable

Los biestables permiten memorizar la información.





Ecuación: B = S + $\overline{R}$ x B.

Asignación de las entradas / salidas lógicas

La asignación de las entradas y salidas a una función de automatismo predefinida se puede parametrizar a través del software SFT2841, según las utilizaciones enumeradas en la siguiente tabla.

■ todas las entradas lógicas, asignadas a una función predefinida o no, se pueden utilizar por las funciones de personalización del software SFT2841 según las necesidades específicas de la aplicación:

□ en la matriz de control, para asociar una entrada a una salida de relé o una señalización por indicador o mensaje de visualizador

□ en el editor de ecuaciones lógicas, como variable de una ecuación lógica

■ la lógica de cada entrada se puede invertir para obtener un funcionamiento por falta de tensión.

Funciones	S80	S81	S82	T81	T82 T87	M87	M81 M88	G87	G82 G88	Asignación
Entradas lógicas comunes										
Posición cerrado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	I101
Posición abierto	■	■	■	■	■	■	■	■	■	I102
Sincronización de red externa	■	■	■	■	■	■	■	■	■	I103
Basculamiento de los juegos de ajustes A/B	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Reset externo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Posición del seccionador de tierra	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Disparo externo 1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Disparo externo 2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Disparo externo 3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Posición fin de activación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Prohibición TC	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Baja presión SF6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Enclavamiento de disparo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Orden de apertura	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Orden de cierre	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Fusión del fusible del transformador de tensión de fase	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Fusión del fusible transformador de tensión residual	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Contador externo de energía activa positiva	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Contador externo de energía activa negativa	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Contador externo de energía reactiva positiva	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Contador externo de energía reactiva negativa	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Posición desenchufado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Entradas lógicas por aplicación										
Inhibición reenganchador	■	■	■							Libre
Inhibición de la imagen térmica		■	■	■	■	■	■	■	■	Libre
Cambio de régimen térmico				■	■	■	■	■	■	Libre
Selectividad lógica, recepción EL 1	■	■	■	■	■			■	■	Libre
Selectividad lógica, recepción EL 2			■		■			■	■	Libre
Disparo Buchholz/gas				■	■	■	■		■	Libre
Disparo termostato				■	■	■	■		■	Libre
Disparo presión				■	■	■	■		■	Libre
Disparo termostato				■	■	■	■	■	■	Libre
Alarma Buchholz/gas				■	■	■	■		■	Libre
Alarma termostato				■	■	■	■		■	Libre
Alarma presión				■	■	■	■		■	Libre
Alarma termostato				■	■	■	■	■	■	Libre
Medida de velocidad del rotor						■	■	■	■	I104
Detección de rotación del rotor						■	■			Libre
Reaceleración del motor						■	■			Libre
Deslastrado						■	■			Libre
Inhibición por mínima corriente						■	■			Libre
Parada del grupo								■	■	Libre
Desactivación								■	■	Libre
Salidas lógicas										
Disparo / control de contactor	■	■	■	■	■	■	■	■	■	O1
Enclavamiento del cierre	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre, 02 por defecto
Mando de cierre	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre, 03 por defecto
Perro de guardia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	O5
Selectividad lógica, emisión EL 1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Libre, 0102 por defecto
Selectividad lógica, emisión EL 2			■		■			■	■	Libre, 0103 por defecto

Asignación estándar de las entradas lógicas

En la siguiente tabla se describen las asignaciones de las entradas lógicas obtenidas desde el software de configuración SFT2841, haciendo clic en el botón "asignación estándar".

Funciones	Asignación estándar	Aplicación
Posición cerrado	I101	Cualquiera
Posición abierto	I102	Cualquiera
Recepción de espera lógica 1, EL1	I103	Cualquiera excepto Mxx
Recepción de espera lógica 2, EL2	I104	Cualquiera excepto S80, S81, T81, Mxx
Baja presión SF6	I105	Cualquiera
Orden de apertura	I106	Cualquiera
Orden de cierre	I107	Cualquiera
Inhibición reenganchador	I108	S80, S81
Disparo Buchholz	I108	Txx, M88, G88
Disparo termostato	I109	Txx, M88, G88
Disparo presión	I110	Txx, M88, G88
Disparo termostato	I111	Txx, M88, G88
Alarma Buchholz	I112	Txx, M88, G88
Alarma termostato	I113	Txx, M88, G88
Alarma presión	I114	Txx, M88, G88

Función predefinida de control de un interruptor automático o un contactor.

Descripción

Esta función controla el aparato de corte (interruptor automático, contactor). Se coordina con las funciones de reenganchador, selectividad lógica, parada de grupo, desactivación, deslastrado y rearranque. Integra la función de antibombeo.
En función del parametraje, lleva a cabo los tratamientos de:

■ disparo o apertura por:
□ protección (los ejemplares configurados para disparar el interruptor automático)
□ selectividad lógica
□ parada del grupo
□ desactivación
□ deslastrado
□ control a distancia a través de la comunicación
□ protección externa
□ mando de apertura mediante entrada lógica o mediante ecuaciones lógicas

■ activación o cierre por:
□ reenganchador
□ control a distancia a través de la comunicación
(este mando se puede impedir a través de la entrada lógica "prohibición TC")
□ rearranque
□ mando de cierre mediante entrada lógica o mediante ecuaciones lógicas
■ enclavamiento de la activación o del cierre por:
□ protección
□ fallo del circuito de disparo (TCS)
□ fallo SF6
□ orden de enclavamiento mediante entrada lógica o mediante ecuaciones lógicas

Interruptor automático o contactor con enganche mecánico (parámetro: interruptor automático)

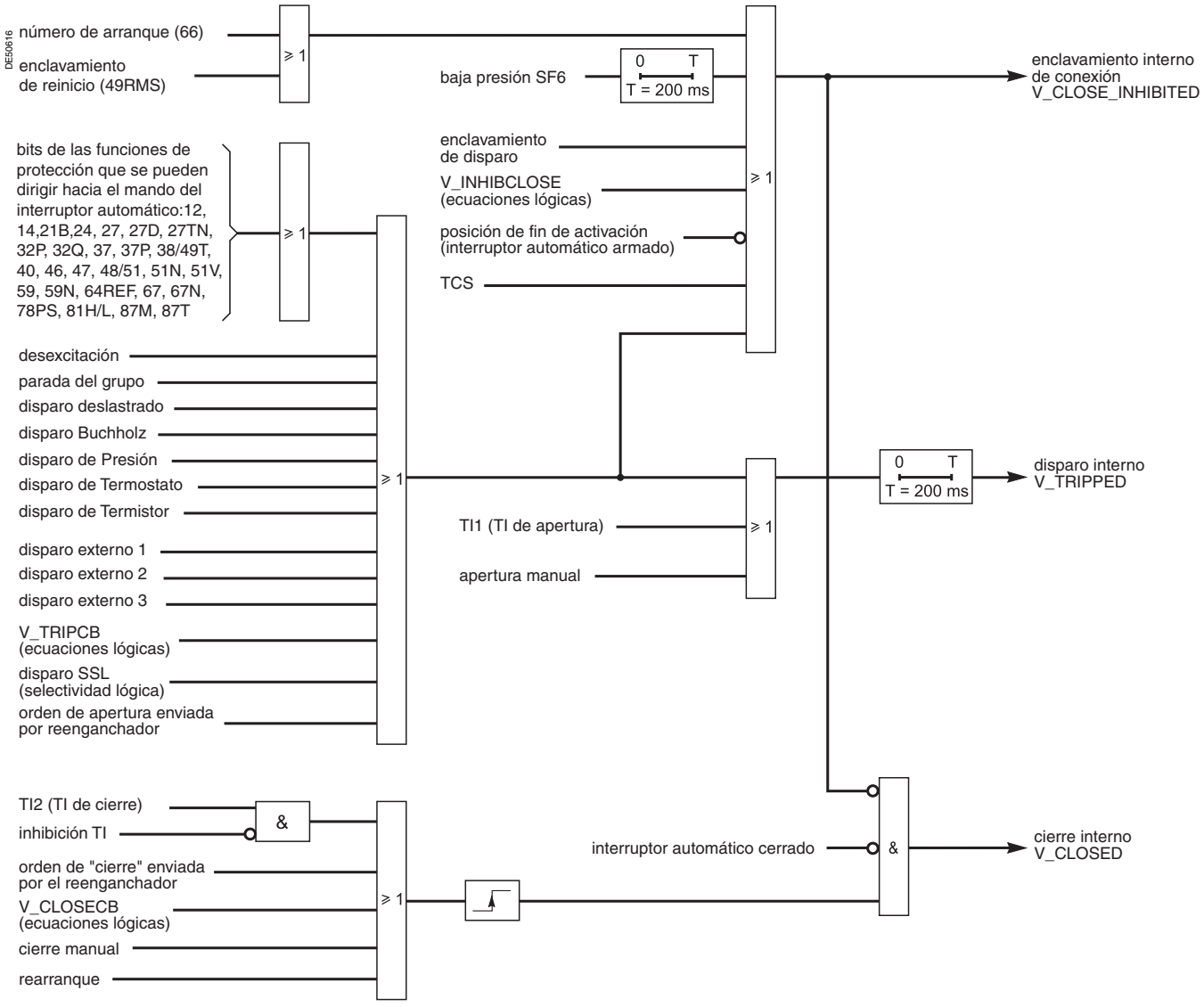
■ disparo por la salida O1. De emisión o de falta, según parametraje de O1
■ enclavamiento de la activación, salida opcional, por defecto en O2 con funcionamiento de falta
■ activación, salida opcional por defecto en O3.

Según las características del aparato, las salidas pueden ser de tipo permanente (por defecto) o por impulsos.

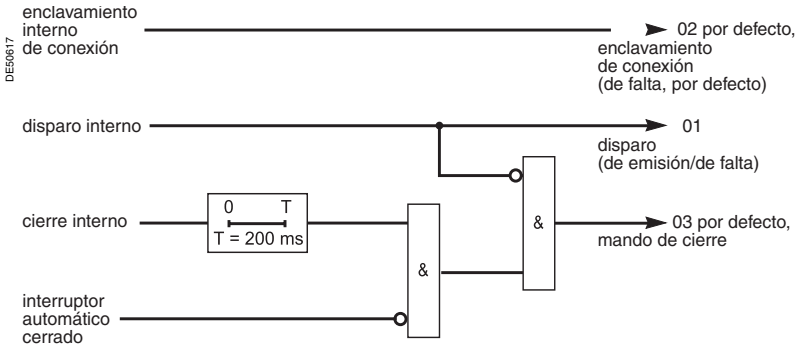
Contactor sin enganche mecánico (parámetro: contactor)

Mando apertura/cierre por la salida O1.

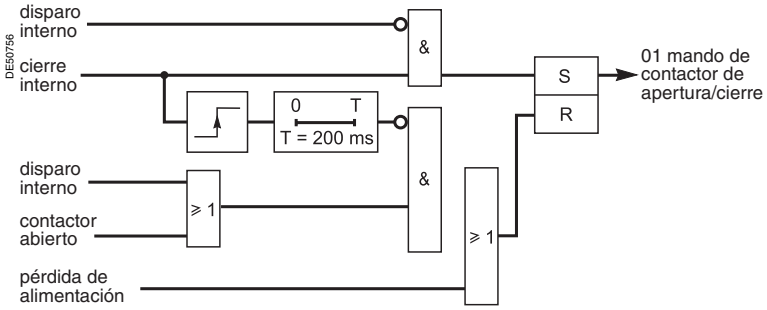
Esquema de principio


DE50616
número de arranque (66)
enclavamiento de reinicio (49RMS)
≥ 1
baja presión SF6
0 T
T = 200 ms
enclavamiento interno de conexión V_CLOSE_INHIBITED
enclavamiento de disparo
V_INHIBCLOSE (ecuaciones lógicas)
posición de fin de activación (interruptor automático armado)
TCS
bits de las funciones de protección que se pueden dirigir hacia el mando del interruptor automático:12, 14,21B,24, 27, 27D, 27TN, 32P, 32Q, 37, 37P, 38/49T, 40, 46, 47, 48/51, 51N, 51V, 59, 59N, 64REF, 67, 67N, 78PS, 81H/L, 87M, 87T
desexcitación
parada del grupo
disparo deslastrado
disparo Buchholz
disparo de Presión
disparo de Termostato
disparo de Termistor
disparo externo 1
disparo externo 2
disparo externo 3
V_TRIPCB (ecuaciones lógicas)
disparo SSL (selectividad lógica)
orden de apertura enviada por reenganchador
TI1 (TI de apertura)
apertura manual
disparo interno V_TRIPPED
TI2 (TI de cierre)
inhibición TI
&
orden de "cierre" enviada por el reenganchador
V_CLOSECB (ecuaciones lógicas)
cierre manual
rearranque
interruptor automático cerrado
cierre interno V_CLOSED

Salida lógica cuando se utilice el tipo de mando de interruptor automático (aplicable igualmente por los contactores con enclavamiento mecánico)



Salida lógica cuando se utilice el tipo de mando de contactor (sin enclavamiento mecánico)

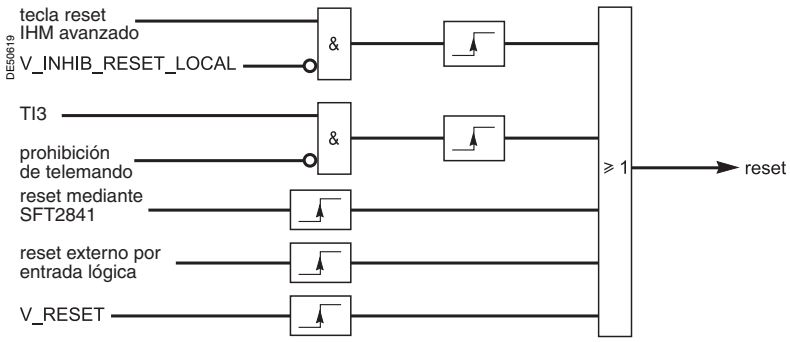


Ajustes		
Tipo de aparamenta		
Rango de ajuste	Interruptor automático/contactor	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Disparo, apertura	V_TRIPCB	
Enclavamiento del cierre	V_INHIBCLOSE	
Activación, cierre	V_CLOSECB	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Disparo, apertura	V_TRIPPED	■
Enclavamiento del cierre	V_CLOSE_INHIBITED	■
Activación, cierre	V_CLOSED	■
Mando contactor		■

Enganche / acuse de recibo Discordancia TI / posición de aparamenta

Enganche / acuse de recibo

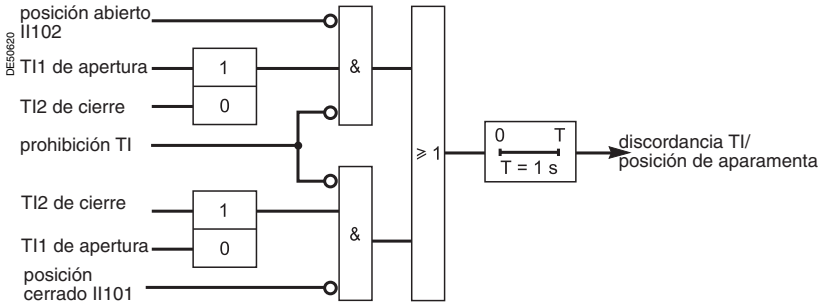
Las funciones que provocan un disparo se pueden enclavar individualmente en el parametraje y rearmar de distintas maneras.
Las órdenes de disparo en la retención se memorizan y su acuse de recibo es necesario para volver a conectarlo. Cuando se produce un corte de la alimentación el enganche queda memorizado.
El rearme se realiza bien localmente en el IHM integrado, bien a distancia por el intermediario de una entrada lógica, por la comunicación, por el software de explotación SFT2841. Pueden realizarse casos específicos de rearme a partir del editor de ecuaciones.
La teleseñalización TS5 está presente mientras que el acuse de recibo no se produzca después de un enganche.



Entradas	
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**
Inhibición de la tecla Reset del IHM avanzado	V_INHIB_RESET_LOCAL
Acuse de recibo por ecuación lógica	V_RESET

Discordancia TI / posición de aparamenta

Esta función permite detectar una diferencia entre el último telemando recibido y la posición real del interruptor automático o del contactor.
Se puede acceder a la información en la matriz y a través de la teleseñalización TS3.

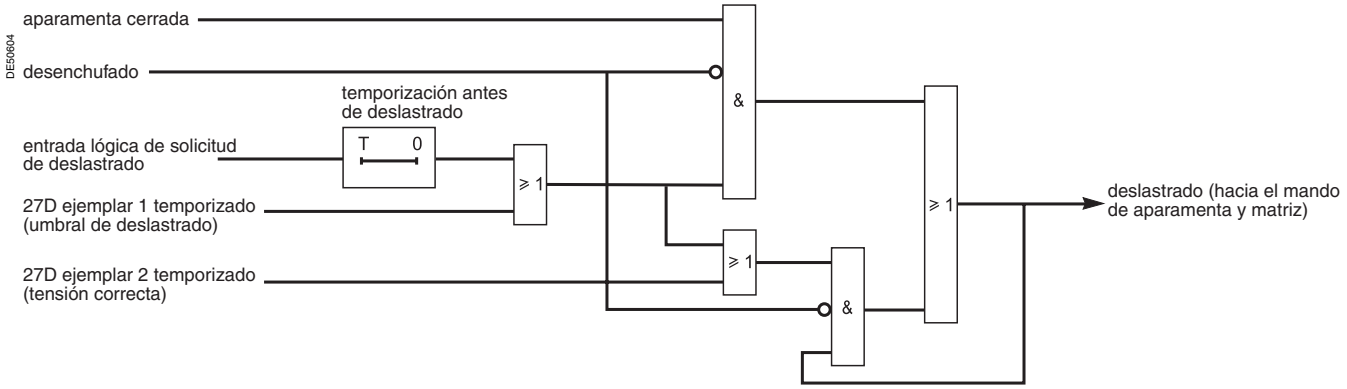


Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Discordancia TI / posición de aparamenta		■

Funcionamiento

El deslastrado de un motor está destinado a descargar la red eléctrica para que la tensión quede en un rango aceptable.
El deslastrado puede ser provocado:
■ por una orden exterior al Sepam en presencia de una entrada lógica asignada a la recepción de una orden de deslastrado. La orden puede ser temporizada
■ por una bajada de tensión detectada por la salida temporizada de la protección 27D, ejemplar 1 del Sepam (reglaje típico de 40% Un).
El deslastrado provoca:
■ el disparo a través del mando disyuntor
■ el enclavamiento del disparo mientras persista la orden de deslastrado.
La orden de deslastrado se mantiene mientras se de una de las tres condiciones siguientes:
■ orden exterior en entrada lógica
■ la tensión directa es inferior a la tensión de deslastrado detectada por el umbral de la 27D, ejemplar 1
■ una tensión directa insuficiente para dar una orden de rearranque detectada por el umbral de la 27D, ejemplar 2. Este ejemplar también es utilizado por la función de rearranque.
La posición de aparamenta cerrada y no desenchufada puede utilizarse para validar la función.

Esquema de principio



Características

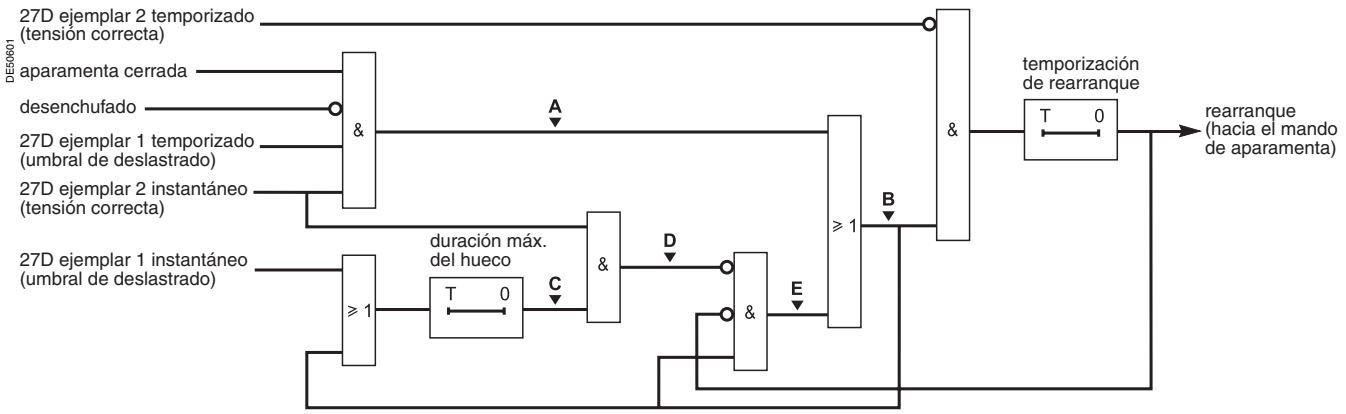
Ajustes		
Actividad		
Rango de ajuste	En servicio/fuera de servicio	
Temporización antes de deslastrado		
Rango de ajuste	de 0 a 300 s	
Precisión (1)	± 2% o de -10 ms a +25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Orden de deslastrado		■

(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Funcionamiento

Esta función permite el rearranque automático de los motores después de una parada provocada por un hueco de tensión (deslastrado).
La función de rearranque se asocia con la función de deslastrado. Permite el reinicio escalonado en el tiempo de los motores de un proceso, si la caída de tensión que ha provocado el deslastrado es de corta duración.
Después de un disparo debido a una bajada de tensión de alimentación de la red detectada por el ejemplar 1 de la protección 27D, se presentan dos supuestos:
■ la caída de tensión tiene una duración superior a la temporización de duración máxima del hueco: el disparo es definitivo. El rearranque deberá efectuarse mediante una acción exterior
■ la caída de tensión tiene una duración inferior a la temporización de duración máxima del hueco: se da una orden de arranque. La temporización de rearranque permite un escalonamiento de las órdenes de rearranque de los motores con el fin de evitar una sobrecarga de la red.
La autorización de rearranque se detecta después de la caída de la salida temporizada del ejemplar 2 de la protección 27D. Este umbral permite detectar el retorno de la tensión independientemente del umbral de deslastrado.
Su ajuste típico es del 50% Un.
La orden de rearranque se da a través del mando disyuntor.

Esquema de principio

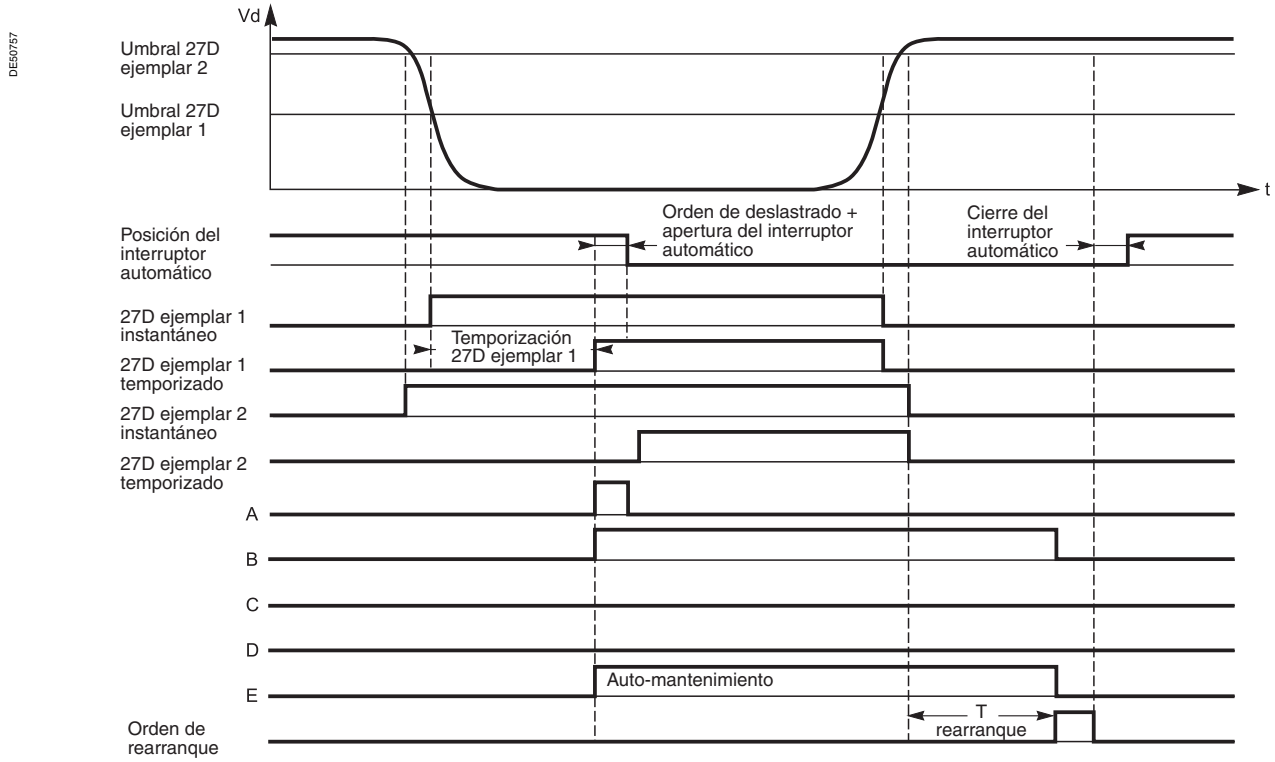


Características

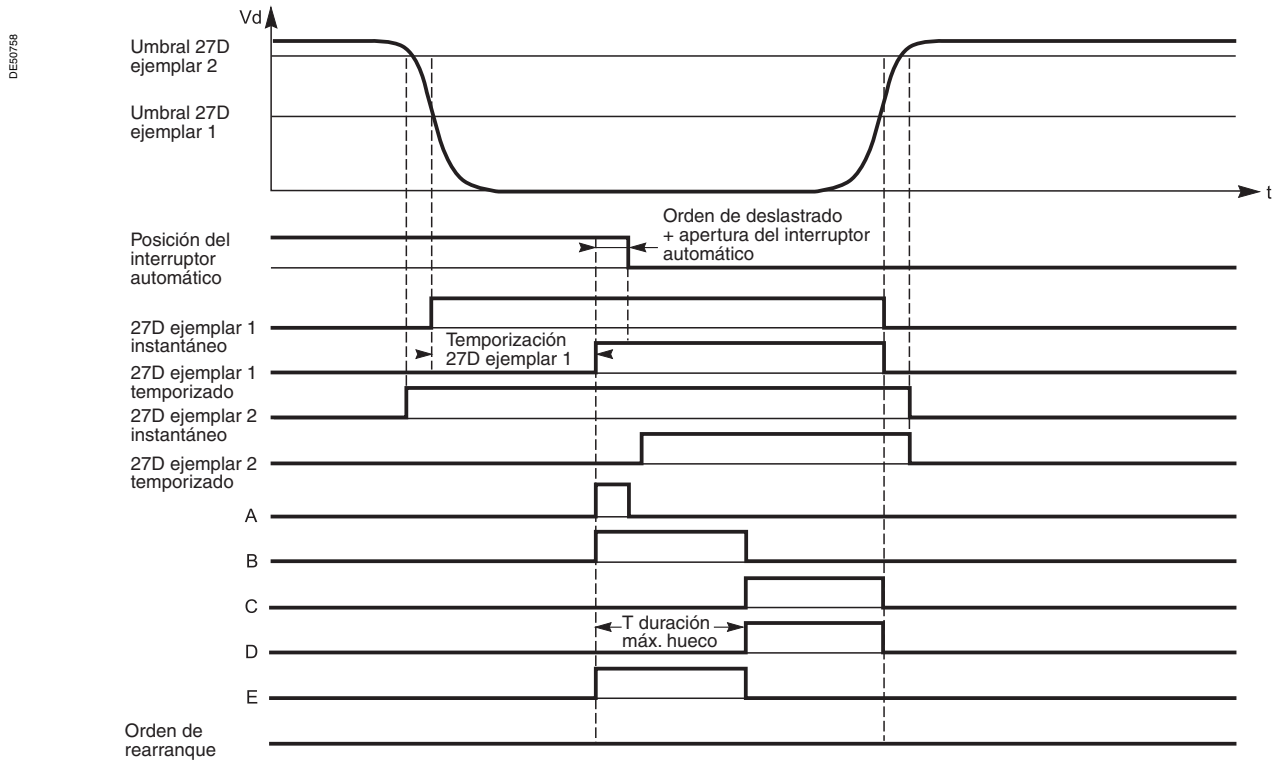
Ajustes	
Actividad	
Rango de ajuste	En servicio/fuera de servicio
Temporización de la duración máxima del hueco	
Rango de ajuste	de 0 a 300 s
Precisión (1)	± 2% o de -10 ms a +25 ms
Resolución	10 ms ó 1 dígito
Temporización de rearranque	
Rango de ajuste	de 0 a 300 s
Precisión (1)	± 2% o de -10 ms a +25 ms
Resolución	10 ms ó 1 dígito
Salidas	
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones Matriz**
Orden de rearranque	

(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

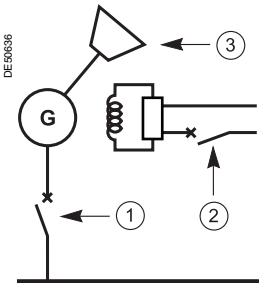
Ejemplo 1: Huecos de tensión con orden de rearranque



Ejemplo 2: Huecos de tensión sin orden de rearranque



Parada y disparo de los generadores



La parada y el disparo de los generadores hacen intervenir:
① la apertura del interruptor automático que acopla la máquina a la red
② la apertura del interruptor automático de la excitación
③ la parada de la máquina de arrastre.

La combinación de estas tres órdenes, determina cuatro tipos de mandos de parada y de disparo que son:
- la parada total
- el disparo del generador
- el agrupamiento del generador
- la parada total secuencial.

Parada total

Este tipo de mando da simultáneamente:
- una orden de apertura al interruptor automático de acoplamiento
- una orden de apertura al interruptor automático de la excitación
- una orden de parada de la máquina de arrastre.

Este modo se reserva a los defectos internos del generador y del transformador de un grupo de bloque.

Disparo del generador

Este tipo de mando genera:
- una orden de apertura al interruptor automático de acoplamiento
- una orden de apertura al interruptor automático de la excitación.

La máquina de arrastre no se detiene.
Este modo se reserva a los defectos de la red de potencia y permite una reconexión rápida del generador tras la eliminación del defecto.

Agrupamiento o desconexión del generador

Este tipo de mando genera:
- una orden de apertura al interruptor automático de acoplamiento.

La máquina permanece activada y la máquina de arrastre no se detiene.
Este modo permite aislar la máquina de una red en la que ya no se respeten las condiciones de acoplamiento (tensión, frecuencia, pérdida de la red de potencia). El generador puede continuar alimentando cargas localmente.

Parada total secuencial

Este tipo de mando da secuencialmente en el tiempo:
- una orden de apertura al interruptor automático de acoplamiento
- una orden de apertura al interruptor automático de la excitación temporizada
- una orden de parada de la máquina de arrastre temporizada.

Este modo se reserva a determinadas máquinas.

Sepam autoriza estos modos de funcionamiento asociando:
- el mando disyuntor para el disparo del interruptor automático de acoplamiento
- la función de desactivación para la apertura del circuito de la excitación
- la función de parada de grupo para controlar la parada de la máquina de arrastre.

Las temporizaciones en las salidas de las funciones permiten un disparo secuencial.

Parametraje típico para generador de red industrial

Funciones de protección	Disparo de interruptor automático	Parada del grupo	Desexcitación
12	■		
21B	■		
24	■	■	■
27	■		
32P	■	■	■
32Q	■	■	■
37P	■		
40	■	■	■
46	■		
47	■		
49RMS	■		
50/27	■		
50/51	■		
50N/51N 50G/51G	■	■	■
50V/51V	■		
59	■		
59N	■	■	■
64G2/27TN (1)			
64REF	■	■	■
67	■		
67N/NC	■	■	■
78PS	■		
81H	■		
81L	■		

(1) *Normalmente en alarma, de lo contrario activa el disparo del interruptor automático, la parada del grupo y la desactivación.*

Parada y disparo de los generadores
Parada del grupo

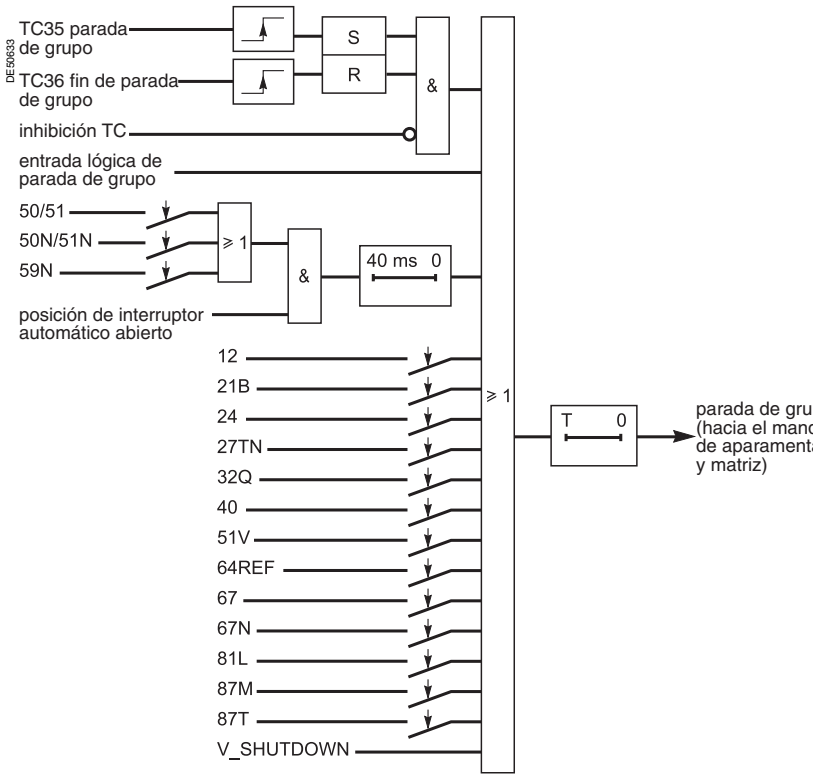
Funcionamiento

Esta función, disponible en las aplicaciones del generador, permite la parada del grupo:
- parada mecánica por acción en la máquina de arrastre
- parada eléctrica por disparo.

Una orden de parada se da en las siguientes condiciones:
- por orden de parada
  - telemando, si está autorizado
  - entrada lógica, si está parametrizada
- por las protecciones temporizadas las protecciones en cuestión son las protecciones que permiten detectar un fallo interno del generador o del transformador de un grupo bloque. Se reparten en 2 grupos: las protecciones cuya contribución a la parada es independiente de la posición del interruptor automático y aquellas cuya contribución depende de la posición del interruptor automático.
  - protecciones independientes de la posición del interruptor automático: 12, 21B, 24, 27TN, 32Q, 40, 51V, 64REF, 67, 67N, 81L, 87M, 87T
  - protecciones que dependen de la posición del interruptor automático: 50/51, 50N/51N, 59N. Las salidas temporizadas y no memorizadas de estas protecciones activan la parada, únicamente si el interruptor automático está abierto
- por ecuación lógica

para tener en cuenta todas las especificaciones de instalación de un generador.
La participación en la función se parametriza de forma individual para cada ejemplar de protección que pueda participar en la parada de grupo en el software SFT2841, en las pestañas de ajuste de las funciones de protección.
La función ofrece simultáneamente una orden de disparo a través del mando disyuntor para garantizar la desconexión del generador de la red de potencia. Debe asociarse a una salida lógica en la matriz, para controlar la parada del grupo.

Esquema de principio



Características

Ajustes		
Actividad		
Rango de ajuste	En servicio/fuera de servicio	
Elección de las protecciones que activan la parada de grupo		
Rango de ajuste por ejemplar de protección	Activo/inactivo	
Temporización de parada del grupo		
Rango de ajuste	de 0 a 300 s	
Precisión (1)	±2% o de -10 ms a +25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Parada del grupo	V_SHUTDOWN	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Parada del grupo		■

(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Parada y disparo de los generadores
Desexcitación

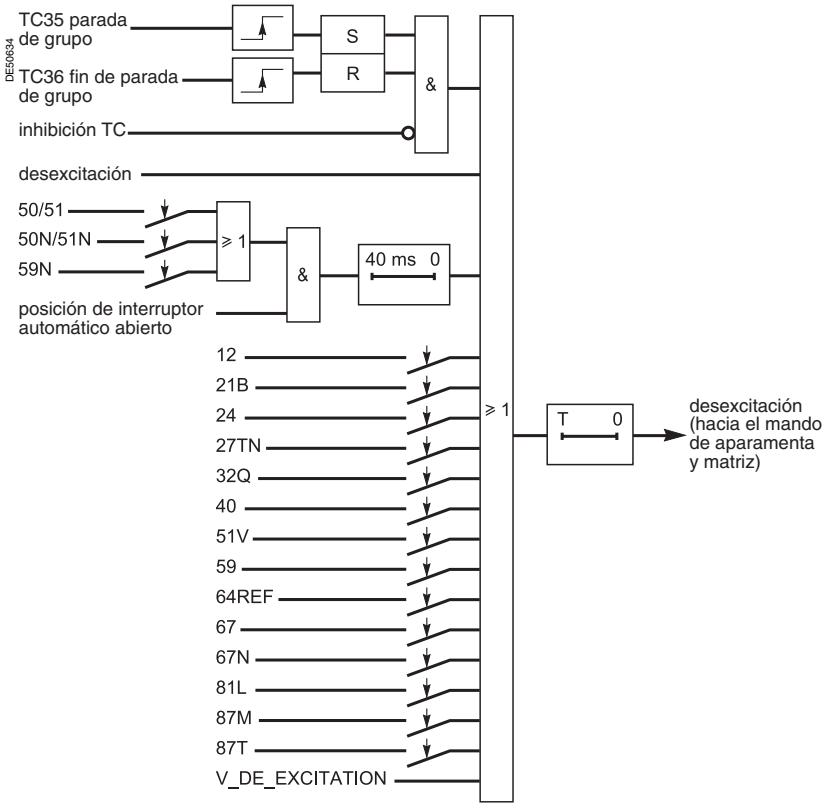
Funcionamiento

Esta función, disponible en las aplicaciones del generador, permite suprimir rápidamente la alimentación de un fallo interno cuando el generador se desconecta de la red:
- desexcitación del generador
- parada eléctrica por disparo.

Una orden de desexcitación se da en las siguientes condiciones:
- por orden
- telemando, si está autorizado
- entrada lógica, si está parametrizada
- por las protecciones temporizadas
- las protecciones en cuestión son las protecciones que permiten detectar un fallo interno del generador o del transformador de un grupo bloque. Se reparten en 2 grupos: las protecciones cuya contribución a la desexcitación es independiente de la posición del interruptor automático y aquellas cuya contribución depende de la posición del interruptor automático.
- protecciones independientes de la posición del interruptor automático: 12, 21B, 24, 27TN, 32Q, 40, 51V, 59, 64REF, 67, 67N, 81L, 87M, 87T
- protecciones que dependen de la posición del interruptor automático: 50/51, 50N/51N, 59N. Las salidas temporizadas y no memorizadas de estas protecciones activan la desexcitación, únicamente si el interruptor automático está abierto
- por ecuación lógica

para tener en cuenta todas las especificaciones de instalación de un generador.
La participación en la función se parametriza de forma individual para cada ejemplar de protección que pueda participar en la desexcitación, en las pestañas de ajuste de las funciones de protección del software SFT2841.
La función ofrece simultáneamente una orden de disparo a través del mando disyuntor para garantizar la desconexión del generador de la red de potencia. Debe asociarse a una salida lógica en la matriz para dar la orden de desexcitación.

Esquema de principio



Características

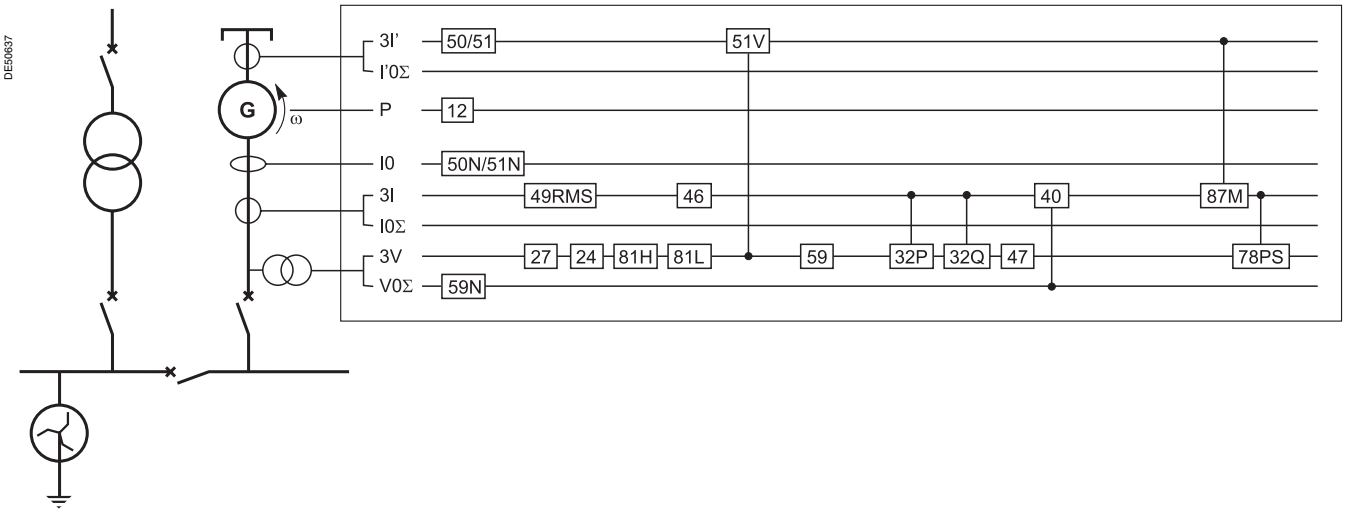
Ajustes		
Actividad		
Rango de ajuste	En servicio/fuera de servicio	
Elección de las protecciones que activan la desactivación		
Rango de ajuste por ejemplar de protección	Activo/inactivo	
Temporización de desactivación		
Rango de ajuste	de 0 a 300 s	
Precisión (1)	±2% o de -10 ms a +25 ms	
Resolución	10 ms ó 1 dígito	
Entradas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	
Desexcitación	V_DE_EXCITATION	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Parada del grupo		■

(1) *En las condiciones de referencia (CEI 60255-6).*

Parada y disparo de los generadores
Ejemplo

Descripción de la instalación

La instalación eléctrica se compone de un juego de barras sobre el que se conectan:
- una llegada alimentada por un transformador 10 MVA
- un generador de potencia de 3,15 MVA



En funcionamiento normal, el generador y el transformador se acoplan al juego de barras. El generador garantiza el funcionamiento de la instalación en ausencia de la alimentación del transformador. La puesta a tierra de la instalación se realiza por medio de una bobina de punto neutro conectada al juego de barras. Cuando el generador no está acoplado a la red, su neutro está aislado. Cuando se producen los fallos, el generador se sobreexcita durante 3 segundos. Su corriente de defecto es por tanto el triple de su corriente nominal. Transcurridos los 3 segundos, su corriente de defecto pasa a 0,5 veces la corriente nominal.

El generador está protegido:
- contra los cortocircuitos eléctricos de la red por una protección de máxima corriente de fase 50/51 y por una protección de emergencia de 50 V/51 V
- contra los fallos internos por una diferencial de generador 87M
- contra los defectos a tierra por una protección de máxima corriente de tierra 50N/51N cuando el generador se acopla al juego de barras y por una protección de máxima tensión residual cuando no está acoplado
- contra las sobrecargas por una protección térmica 49RMS
- contra los desequilibrios por una protección máxima de componente inversa 46
- contra las variaciones de frecuencia por protecciones de mínima y máxima frecuencia de 81L y 81H
- contra las variaciones de tensión por protecciones de mínima y máxima tensión de 27 y 59
- contra la pérdida de la activación por una protección 40
- contra los fallos debidos a la máquina de arrastre por una protección contra el retorno de potencia activa 32P
- contra la pérdida de sincronismo de la red principal por una protección 78PS.

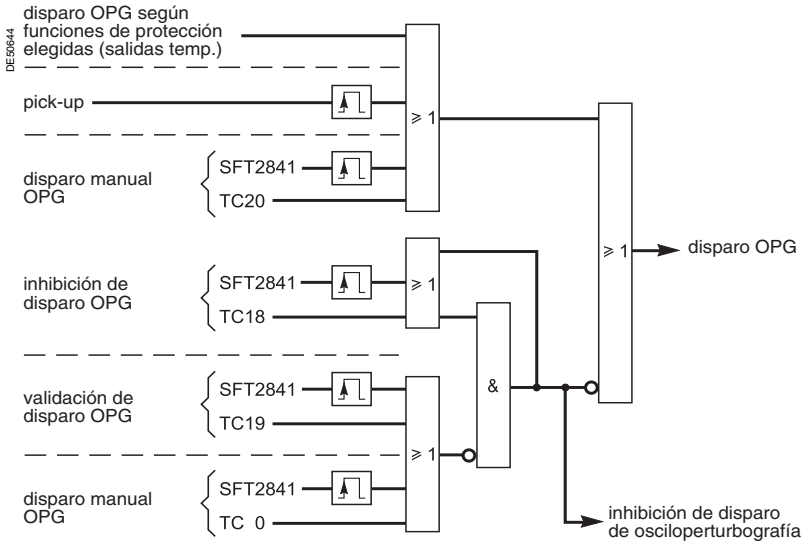
Ajuste de la parada de grupo y de la desexcitación

La participación de estas protecciones en la apertura del interruptor automático, de la parada del grupo y de la desexcitación dependerá de la naturaleza de los fallos detectados:
- apertura del interruptor automático contra los fallos de la red:
  - 50/51, 50V/51V, 50N/51N, 49RMS, 46, 81L, 81H, 27, 59, 78PS
- parada del grupo para los fallos de la máquina de arrastre y los fallos internos:
  - 50/51, 87M, 59N, 40, 32P
- desexcitación para los fallos internos:
  - 50/51, 87M, 59N, 40, 32P.

La parada es total y no secuencial. Las temporizaciones de la parada de grupo y de la desexcitación son nulas.

Disparo de la osciloperturbografía
Basculamiento del juego de ajuste

Disparo de la osciloperturbografía



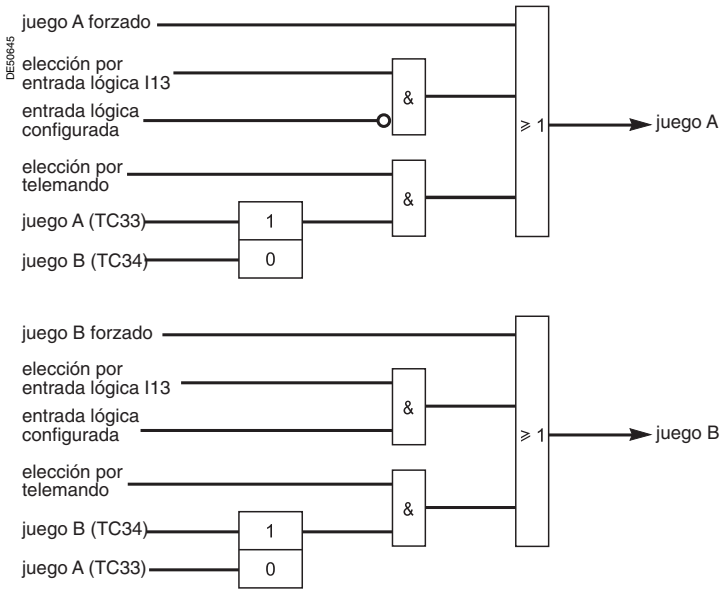
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Inhibición de disparo de osciloperturbografía		■

Basculamiento del juego de ajuste

Las protecciones de máxima corriente de fase, máxima corriente de tierra, máxima corriente de fase direccional y máxima corriente de tierra direccional disponen de dos juegos de ajustes, el juego A y el juego B. El basculamiento de un juego de ajuste a otro permite adaptar las características de las protecciones al entorno eléctrico de la aplicación (cambio de régimen de neutro, paso a producción local, etc.). Es global y se aplica por lo tanto al conjunto de los ejemplares de las protecciones antes mencionadas.

Por parametraje se determina el modo de basculamiento de los juegos de ajustes:

- basculamiento en función de la posición de una entrada lógica (0 = juego A, 1 = juego B)
- basculamiento por telemando (TC33, TC34)
- juego A o juego B forzado.



En la parte frontal de la unidad Sepam se puede señalar localmente un suceso mediante:
■ *aparición de un mensaje en el visualizador del IHM avanzado*
■ *iluminación de uno de los 9 indicadores amarillos de señalización.*

Señalización mediante mensajes:

Mensajes predefinidos
Todos los mensajes asociados a las funciones estándar de una unidad Sepam están predefinidos y disponibles en 2 idiomas:
■ inglés para los mensajes predeterminados no modificables
■ el idioma local, según la versión suministrada.
El idioma se elige durante la configuración de Sepam.
Se muestran en la pantalla de las unidades Sepam equipadas con el IHM avanzado y en la pantalla
Alarmas de SFT2841.
El número y la naturaleza de los mensajes predefinidos depende del tipo de unidad Sepam; en la siguiente tabla se ofrece la lista exhaustiva de todos los mensajes predefinidos.

Funciones	Inglés	Idioma local (ej.: español)
Máxima velocidad – ANSI 12	OVERSPEED	SOBREVELOCIDAD>>
Mínima velocidad – ANSI 14	UNDERSPEED	MIN. VELOCIDAD <<
Mínima impedancia –ANSI 21B	UNDERIMPEDANCE	BAJA IMPEDANCIA<<
Sobreflujo (V/Hz) – ANSI 24	OVERFLUXING	SOBREEXCITACIÓN
Mínima tensión – ANSI 27	UNDERVOLTAGE (2)	TENSIÓN <<-27
Mínima tensión directa –ANSI 27D	UNDERVOLTAGE.PS	T. SIMPLE <<-27s
Máxima potencia activa – ANSI 32P	OVER P	RETORNO P-32P
Máxima potencia reactiva – ANSI 32Q	OVER Q	RETORNO Q >>
Mínima intensidad de fase – ANSI 37	UNDER CURRENT	MIN. I << -37
Mínima potencia activa – ANSI 37P	UNDER POWER	MIN. POTENCIA <<
Vigilancia de temperatura – ANSI 38/49T:		
Alarma	OVER TEMP. ALM	AL - TEMP ˚C - 38
Disparo	OVER TEMP. TRIP	DISP.TEMP. ˚C-38
Pérdida de activación – ANSI 40	FIELD LOSS	PÉRDIDA EXCIT.
Máxima componente inversa – ANSI 46	UNBALANCE I	DESEQ. 46
Máxima tensión inversa – ANSI 47	UNBALANCE V	DESEQ. -47
ANSI 48/51LR :		
Arranque demasiado largo	LONG START	ARR. LARGO - 48
Bloqueo de rotor en régimen normal	ROTOR BLOCKING	ROTOR BL - 51 LR
Bit de bloqueo del rotor al arrancar	ST^{RT} LOCKED ROT^{R}	ROTOR BL - ARR
imagen térmica – 49RMS:		
Alarma	THERMAL ALARM	IMG. TERM. -49
Disparo	THERMAL TRIP	IMG. TERM. -49
Enclavamiento de disparo	START INHIBIT	ARR. INHIBIDO - 66
Fallo del interruptor automático – ANSI 50BF	BREAKER FAILURE	FALLO INTERRUP.
Puesta en tensión accidental – ANSI 50/27	INADV. ENERGIZ.	CIERRE INCOR. (1).
Máxima intensidad de fase – ANSI 50/51	PHASE FAULT (1)	DEF. FASE -50/51
Máxima intensidad de fase con retención de tensión – ANSI 50 V/51 V	O/C V REST (1)	DEF. FASE 50/51V
Máxima corriente residual – ANSI 50N/51N	EARTH FAULT	HOMOPOLAR - 51N
Máxima tensión – ANSI 59	OVERVOLTAGE (2)	TENSIÓN >> -59
Máxima tensión residual – ANSI 59N	Vo FAULT	MÁX. Vo - 59N / 64
Mínima tensión residual armónica 3 ANSI 27TN/64G2	100% STATOR	100% ESTATOR
Diferencial de tierra restringida – ANSI 64 REF	RESTRIC. EARTH FAULT	TIERRA RESTR.
Limitación del número de arranques – ANSI 66	START INHIBIT	ARR. INHIBIDO - 66
Máxima intensidad de fase – ANSI 67	DIR. PHASE FAULT (1)	DIR. FASE 67 (1)
Máxima corriente de tierra direccional ANSI 67N	DIR. EARTH FAULT	DIR. NEUTRO 67N
Pérdida de sincronismo – ANSI 78PS	POLE SLIP	PÉRDIDA SINCR.
Máxima frecuencia – ANSI 81H	OVER FREQ.	FREQ. >>-81M
Mínima frecuencia – ANSI 81L	UNDER FREQ.	FREQ. <<-81m
Diferencial de máquina – ANSI 87M	DIFFERENTIAL	DIFERENCIAL
Diferencial de transformador – ANSI 87T	DIFFERENTIAL	DIFERENCIAL
Disparo externo (1 a 3)	EXT. TRIP (1 to 3)	DISP. EXT. (1 a 3)
Disparo Buchholz	BUCHH/GAS TRIP	DISP. BUCH/GAS
Alarma Buchholz	BUCHHOLZ ALARM	AL-BUCHHOLZ
Disparo termostato	$THERMOS^{T}$. TRIP	DISP. TERMOST.
Alarma termostato	$THERMOS^{T}$. ALARM	AL. - TERMOSTATO
Disparo presión	PRESSURE TRIP	ALARM. PRESIÓN
Alarma presión	PRESSURE ALARM	ALARM. PRESION
Alarma termostato	AL - THERMISTOR	AL - TERMISTOR
Disparo de termostato	THERMISTOR TRIP	DISP. TERMIST.
Fallo SF6	SF6 LOW	SF6 BAJO

(1) *Con indicación de la fase con fallo.*
(2) *Con indicación de la fase con fallo, en caso de utilización en tensión simple.*

Salidas lógicas

Funciones	Inglés	Idioma local (ej.: francés)
Rotación inversa	ROTATION -	ROTACIÓN -
Fallo de sonda de módulo MET148-2 N˚ 1	RTD'S FAULT MET1 (3)	DEF RTDs MET1 (3)
Fallo de sonda de módulo MET148-2 N˚2	RTD'S FAULT MET2 (3)	DEF. RTDs MET2 (3)
Vigilancia TT	VT FAULT	DEFECTO TT
Vigilancia TT V0	VT FAULT Vo	DEFECTO TT:Vo
Vigilancia TI principal	CT FAULT	DEFECTO TI
Vigilancia TI adicional	CT' FAULT	DEFECTO TI'
Reenganchador:		
Ciclo x	CYCLE (1 to 4) (4)	CICLO (1 a 4) (4)
Reenganche conseguido	CLEARED FAULT	DEF. ELIM. - 79
Disparo definitivo	FINAL TRIP	DISPARO FINAL
Fallo del circuito de disparo (TCS) o no complementariedad	TRIP CIRCUIT	F / CIRC. DISP - 74
Fallo de mando	CONTROL FAULT	FALLO MANDO -74
Deslastrado	LOAD SHEDDING	DESLASTRADO
Parada del grupo	GENSET SHUTDOWN	PARADA GRUPO
Desexcitación	DE-EXCITATION	DESEXCITACIÓN
Supervisión de la pila	BATTERY LOW (3)	FALLO PILA (3)
Supervisión de alimentación auxiliar:		
Umbral bajo	LOW POWER SUP.	BAJA ALIM.
Umbral alto	HIGH POWE SUP.	ALTA ALIM.

(3) *Mensaje DEF. RTDS, FALLO PILA: consultar el capítulo sobre mantenimiento.*
(4) *Con indicación de la protección que ha iniciado el ciclo (defecto de fase, tierra, etc.)*

Mensajes personalizados del usuario

Con el software SFT2841 se pueden crear 30 mensajes adicionales para asociar un mensaje a una entrada lógica o al resultado de una ecuación lógica, por ejemplo, o sustituir un mensaje predefinido por un mensaje personalizado.

Editor de mensajes personalizados del usuario con SFT2841

El editor de mensajes personalizados está integrado en el software SFT2841, y se puede acceder a él en modo conectado o no, a partir de la pantalla matriz de control:

- visualizar en la pantalla la pestaña "Suceso": aparecen los mensajes predefinidos
- hacer doble clic en uno de los mensajes visualizados para ejecutar el editor de mensajes personalizados.

Funciones del editor de mensajes personalizados

- creación y modificación de los mensajes personalizados:
  - en inglés y en el idioma local
  - mediante la introducción de texto o mediante la importación de un fichero de tipo mapa de bits (*.bmp) existente o bien mediante el diseño punto a punto
- eliminación de los mensajes personalizados
- asignación de los mensajes predefinidos o personalizados a un suceso definido en la matriz de control:
  - a partir de la pantalla de la matriz de control, en la pestaña "Sucesos", hacer doble clic en el suceso que se va a asociar a un nuevo mensaje
  - seleccionar el mensaje nuevo, predefinido o personalizado, entre los mensajes mostrados
- "asignar" al suceso.

Se puede asignar un mismo mensaje a varios sucesos, sin límite.

Visualización de mensajes en SFT2841

- los mensajes predefinidos se encuentran en la memoria de la unidad Sepam y aparecen en modo conectado. En modo no conectado, los mensajes del último Sepam conectado se memorizan y se visualizan
- los mensajes personalizados se graban con los demás parámetros y ajustes del Sepam y aparecen en modo conectado y en modo no conectado.

Tratamiento de los mensajes en el visualizador del IHM avanzado

Cuando se produce un suceso, el mensaje asociado se impone en el visualizador del IHM avanzado. Si se pulsa la tecla (clear) se borra el mensaje y se pueden consultar normalmente todas la pantallas del IHM avanzado.

Es necesario pulsar la tecla (reset) para confirmar los sucesos mostrados (salidas de las protecciones, por ejemplo).

Sigue siendo posible acceder a la lista de los mensajes en el histórico de las alarmas (tecla (⚠)), donde se conservan los 16 últimos mensajes. Los últimos 250 mensajes se pueden consultar en el SFT2841.

Para eliminar los mensajes conservados en el histórico de las alarmas, es necesario:

- mostrar el histórico de las alarmas en el IHM avanzado
- pulsar la tecla (clear).

Señalización mediante indicadores

Los 9 indicadores amarillos de señalización situados en la parte frontal de la unidad Sepam están asignados por defecto a los siguientes sucesos:

Indicador	Suceso	Rótulo de etiqueta situado en el frontal
LED 1	Disparo de protección 50/51 ej. 1	I > 51
LED 2	Disparo de protección 50/51 ej. 2	I >> 51
LED 3	Disparo de protección 50N/51N ej. 1	I0 > 51
LED 4	Disparo de protección 50N/51N ej. 2	I0 >> 51
LED 5		Ext
LED 6		
LED 7	Interruptor automático abierto (I102)	0 Off
LED 8	Interruptor automático cerrado (I101)	1 On
LED 9	Disparo mediante mando del interruptor automático	Trip

Este parametraje por defecto se puede personalizar con el software SFT2841:

- la asignación de un indicador a un suceso se define en la pantalla de la matriz de control, en la pestaña "LEDS"
- la edición y la impresión de la etiqueta personalizada se realizan en la pantalla de características generales.

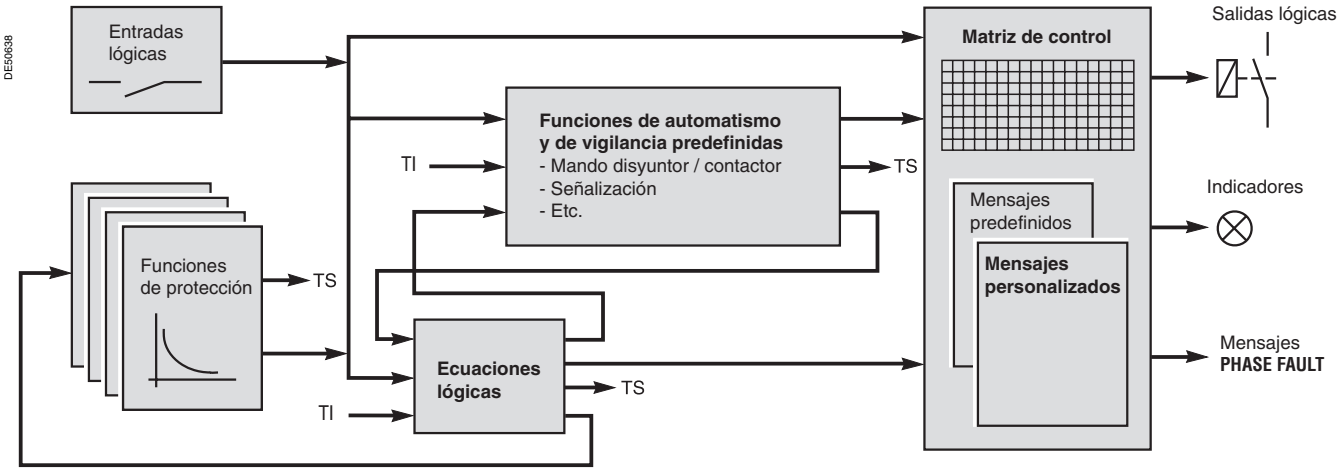
La matriz de control permite asignar fácilmente las salidas lógicas y los indicadores a la información generada por las protecciones, la lógica de mando y las entradas lógicas. Cada columna realiza un O lógico entre todas las líneas seleccionadas.
La matriz permite también visualizar las alarmas asociadas a la información y garantiza la coherencia del parametraje con las funciones predefinidas.
La siguiente información se genera en la matriz de control y se parametriza a través del software SFT2841.

Información	Significado	Observación
Botón "protección"		
Todas las protecciones de la aplicación	Salida de disparo de la protección y salidas complementarias en su caso	
Botón "entradas"		
Entradas lógicas I101 a I114	Según la configuración	Si el primer módulo MES120 está configurado
Entradas lógicas I201 a I214	Según la configuración	Si el segundo módulo MES120 está configurado
Entradas lógicas I301 a I314	Según la configuración	Si el tercer módulo MES120 está configurado
Botón "lógica"		
Activación	Activación a través de la función de mando disyuntor	Por defecto en O3. Disponible únicamente si el mando disyuntor está en modo interruptor automático
Disparo	Disparo a través de la función de mando disyuntor	Forzado en O1, si el mando disyuntor está en modo interruptor automático
Enclavamiento del cierre	Enclavamiento por el mando disyuntor	Por defecto en O2. Disponible únicamente si el mando disyuntor está en modo de interruptor automático
Mando contactor	Control de contactor simple	Forzado en O1, si el mando disyuntor está en modo contactor
Disparo por selectividad lógica	Orden de disparo emitida a través de la función de selectividad lógica	Únicamente si se utiliza la función de selectividad lógica sin la función de mando disyuntor
Emisión de espera lógica 1	Emisión de la espera lógica hacia el Sepam siguiente en la cadena de selectividad lógica 1	Por defecto en O102
Emisión de espera lógica 2	Emisión de la espera lógica hacia el Sepam siguiente en la cadena de selectividad lógica 2	Por defecto en O103
Deslastrado	Emisión de una orden de deslastrado	Aplicación motor
Parada del grupo	Emisión de una orden de parada del grupo de arrastre	Aplicación del generador
Desactivación	Emisión de una orden de desactivación	Aplicación del generador
Pick-up	O lógico de la salida instantánea de todas las protecciones excepto las protecciones 38/49T, 48/51LR, 49 RMS, 64G2/27TN, 66.	
Drop out	El contador de temporización de una protección aún no ha vuelto a 0.	
Inhibición OPG	Osciloperturbografía inhibida	
Fallo TCS	Fallo del circuito de disparo, o no complementariedad de las entradas de posición del interruptor automático	
Discordancia TC/posición de aparamenta	Discordancia entre el último estado controlado por el telecontrol y la posición del interruptor automático	
Vigilancia de aparamenta	No se ha ejecutado la orden de apertura o de cierre del interruptor automático o el contactor	
Rotación inversa de fase	Rotación inversa de las tensiones debidas a un error de cableado	
Inhibición OPG	Inhibición de la función de osciloperturbografía	
Reenganchador en servicio	El reenganchador está en servicio	
Reenganche conseguido	La función de reenganchador ha conseguido el reenganche	Salida por impulsos
Disparo definitivo	El interruptor automático está definitivamente abierto después de los ciclos de reenganche	Salida por impulsos
Reenganchador ciclo 1	Ciclo 1 de reenganche en curso	
Reenganchador ciclo 2	Ciclo 2 de reenganche en curso	
Reenganchador ciclo 3	Ciclo 3 de reenganche en curso	
Reenganchador ciclo 4	Ciclo 4 de reenganche en curso	
Cierre por reenganchador	El reenganchador emite una orden de cierre	
Fallo de TI principal	Fallo de un TI de las entradas de corriente I	
Fallo de TI adicional	Fallo de un TI de las entradas de corriente I'	
Fallo de TT	Fallo de un TT de fase	
Fallo de TT de vía residual	Fallo de un TT de vía residual	
Tensión auxiliar de umbral bajo	La alimentación auxiliar es inferior al umbral bajo	
Tensión auxiliar de umbral alto	La alimentación auxiliar es superior al umbral alto	
Fallo de pila baja	Pila descargada o ausente	
Fallo MET148 N° 1 Fallo MET148 N° 2	Problema de hardware en un módulo MET148 (módulo n° 1 o n° 2) o en una sonda de temperatura	
Perro de guardia	Vigilancia del funcionamiento correcto del Sepam	Siempre en O5 si se utiliza
Botón "ecuaciones"		
V1 a V20	Salidas del editor de ecuaciones lógicas	

Personalización de las funciones de mando y señalización añadiendo un tratamiento lógico simple.

Utilización

Esta función permite realizar mediante configuración funciones lógicas simples combinando información procedente de las funciones de protección, de las entradas lógicas o de los telemandos.
Al utilizar operadores lógicos (AND, OR, XOR, NOT) y temporizaciones, se pueden añadir nuevos tratamientos y nuevas señalizaciones a los ya existentes.
Estas funciones lógicas producen salidas que se pueden utilizar:
- en la matriz para controlar un relé de salida, encender un LED o mostrar un nuevo mensaje
- en las protecciones, para crear nuevas condiciones de inhibición o de rearme, por ejemplo
- en las funciones de automatismo predefinidas para completar sus tratamientos, añadir casos nuevos de disparo o de parada de grupo, por ejemplo.

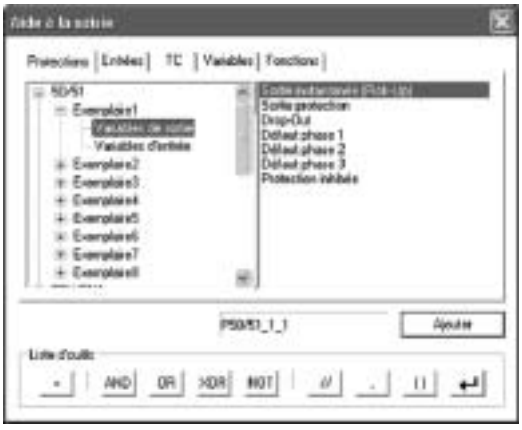


Configuración de las funciones lógicas

Las funciones lógicas se introducen en forma de texto en el editor de ecuaciones del SFT2841. Cada línea incluye una operación lógica cuyo resultado se asigna a una variable.

Ejemplo:
V1 = P5051_2_3 OR I102.
La variable V1 toma el valor de la operación lógica O entre una información procedente de la protección 50/51 y la entrada lógica I102.

Las variables se pueden volver a utilizar posteriormente para otras operaciones o en la salida para generar una acción en la matriz, en las funciones de protección o en las funciones de automatismo predefinidas.
Un programa es un conjunto de líneas sucesivas, ejecutadas en secuencia cada 14 ms.
Una herramienta de ayuda a la introducción de datos permite acceder rápidamente a cada uno de los operadores y las variables del editor de ecuaciones.



Descripción de los tratamientos

Operadores

- **=** : asignación de un resultado
V2 = VL3 //V2 toma el valor de VL3

- **NOT**: inversión lógica
VL1 = NOT VL2 // VL1 toma el estado lógico inverso de VL2

- **OR**: O lógico
V1 = VL3 OR I103 // V1 toma el estado 1 si VL3 o I103 están a 1

- **AND**: Y lógico
VV3 = VL2 AND VV1 // VV3 toma el estado 1 si VL2 y VV3 están en el estado 1

- **XOR**: O exclusivo
V3 = VL1 XOR VL2 // V3 toma el estado 1 si una sola variable VL1 o VL2 está a 1.
Esto equivale a **V3 = (V1 AND (NOT V2)) OR (V2 AND (NOT V1))**

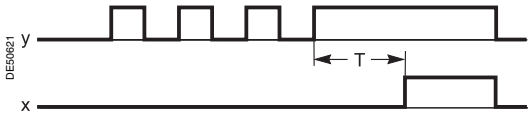
- **//** : comentario
Los caracteres situados a la derecha no se tratan

- **(,)** : los tratamientos se pueden agrupar entre paréntesis para precisar el orden de evaluación
V1 = (VL3 OR VL2) AND I213.

Funciones

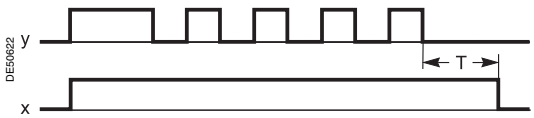
■ x = **SR**(y, z): biestable con prioridad en Set
x se establece en 1 cuando y vale 1
x se establece en 0 cuando z vale 1 (e y vale 0)
x no se modifica en los demás casos.
V1 = SR(I104, I105) // I104 se pone a 1 V1, I105 se pone a 0 V1

■ **LATCH**(x, y, …): enganche de las variables x, y...
Estas variables se mantienen constantemente en 1 una vez que se han posicionado una primera vez. Vuelven a establecerse a 0 tras el reset de la unidad Sepam (botón reset, entrada externa o telemando).
La función LATCH acepta tanto parámetros como variables que se deseen enganchar. Afecta al conjunto del programa, independientemente de la posición en el mismo. Para mejorar la legibilidad, se recomienda situarla al principio del programa.
LATCH(V1, VL2, VV3) // V1, VL2 y VV3 están enganchadas, una vez a 1, únicamente un reset del Sepam puede volver a colocarlas a 0



*x = **TON**(y, t).*

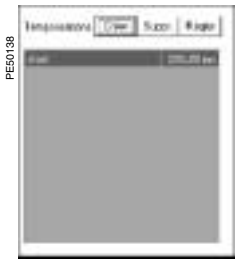
■ x = **TON**(y, t): temporización en el ascenso (retardo)
La variable x sigue con un retardo t el paso a 1 de la variable y (t en ms).
V1 = TON(I102,2000) // permite filtrar la entrada I102, que debe estar presente durante // 2 s para tenerse en cuenta en V1



*x = **TOF**(y, t).*

■ x = **TOF**(y, t): temporización en el descenso (prolongación).
La variable x sigue con un retardo el paso a 0 de la variable y (t en ms).
VL2 = TOF(VL1, 100) // VL2 se prolonga a 1 durante 100 ms después de que VL1 // haya pasado a 0

■ x = **PULSE**(d, i, n): reloj calendario
Permite generar n impulsos periódicos, separados mediante un intervalo de tiempo i a partir de la hora de comienzo d
d se expresa en horas:minutos:segundos
i se expresa en horas:minutos:segundos
n es un número entero (n = -1: repetición hasta el final del día).
V1 = PULSE (8:30:00, 1:0:0,4) va a generar 4 impulsos separados de una hora a las 8 h 30, 9 h 30, 10 h 30, 11 h 30. Esto se repetirá cada 24 horas.
Los impulsos duran un ciclo de 14 ms. V1 toma el valor 1 durante este ciclo.
Si fuera necesario, V1 puede prolongarse con las funciones **TOF, SR** o **LATCH.**



Valor de las temporizaciones

Un editor de temporizaciones permite asociar un nombre y un valor a cada temporización. Este nombre puede a continuación utilizarse en las funciones **TON**, **TOF**.
El valor de la temporización se puede así ajustar sin modificar el contenido del programa.

■ **V1 = TON (VL1, start)** // start ajustado en 200 ms en el editor de temporización.

Descripción de las variables

■ variables de entrada: proceden de las protecciones, de las entradas lógicas o de las funciones de control predefinidas. Sólo pueden aparecer a la derecha del signo =
■ variables de salida: son producidas por el editor de ecuaciones para generar una acción en la matriz, en las funciones de protección o en las funciones de control predefinidas
■ variables locales: están destinadas a cálculos intermedios y no están disponibles en el exterior del editor de ecuaciones.

Variables de entrada		
Tipo	**Sintaxis**	**Ejemplo, significado**
Entradas lógicas	Ixxx	I101 : entrada 1 del módulo MES120 N° 1 I312 : entrada 12 del módulo MES120 N° 3
Salidas de las funciones de protección	Pnnnn_x_y nnnn : código ANSI x : ejemplar y : información	P50/51_2_1 : Protección 50/51, ejemplar 2, salida temporizada. Los números de la información en la salida de las funciones de protección se describen en las características de cada función y se puede acceder a ellos a través de la herramienta de ayuda para la introducción de datos
Telemandos	TC1 a TC64	Valor por impulsos (duración de 1 ciclo de 14 ms) de los telemandos recibidos
Salidas de las funciones de control predefinidas	V_TRIPPED	Orden de disparo presente en la salida de la función de mando disyuntor
	V_CLOSE_INHIBITED	Orden de inhibición de la conexión presente en la salida de la función de mando disyuntor
	V_CLOSED	Orden de conexión presente en la salida de la función de mando disyuntor
Salidas		
Tipo	**Sintaxis**	**Ejemplo, significado**
Salida hacia la matriz	V1 a V20	Pueden controlar un indicador, una salida lógica o un mensaje en la matriz.
Entradas de las funciones de protección	Pnnnn_x_y nnnn : código ANSI x : ejemplar y : información	P50N/51N_6_113 : Protección 50N/51N, ejemplar 6, mando de la inhibición. Los números de la información en la entrada de las funciones de protección se describen en las características de cada función y se puede acceder a ellos a través de la herramienta de ayuda para la introducción de datos
Entradas de las funciones de control predefinidas	V_TRIPCB	Disparo del interruptor automático (contactor) mediante la función de mando disyuntor. Permite completar las condiciones de disparo y de lanzamiento del reenganchador.
	V_INHIBCLOSE	Inhibición del cierre del interruptor automático (contactor) mediante la función de mando disyuntor. Permite añadir condiciones de inhibición del cierre del interruptor automático (contactor)
	V_CLOSECB	Cierre del interruptor automático (contactor) a través de la función de mando disyuntor. Permite generar una orden de cierre del interruptor automático (contactor) en una condición particular
	V_SHUNTDOWN	Parada del grupo que arrastra el generador. Permite completar los casos de parada de grupo
	V_DE_EXCITATION	Desexcitación del generador. Permite completar los casos que necesiten una desexcitación del generador
	V_FLAGREC :	Información grabada en la osciloperturbografía. Permite grabar un estado lógico específico además de los ya presentes en la osciloperturbografía
	V_RESET	Rearme del Sepam
	V_CLEAR	Borrado de las alarmas presentes
	V_INHIBIT_RESET_LOCAL	Prohibición del rearme del Sepam por la tecla reset del IHM avanzado.
Variables locales, constantes		
Tipo	**Sintaxis**	**Ejemplo, significado**
Variables locales memorizadas	VL1 a VL31	Los valores de estas variables se guardan durante la pérdida de la alimentación auxiliar y se restituyen en el rearranque del Sepam
Variables locales no memorizadas	VV1 a VV31	Los valores de estas variables no se guardan durante la pérdida de la alimentación auxiliar. Toman el valor 0 en el arranque del Sepam
Constantes	K_1, K_0	Valor no modificable K_1 : siempre en 1 K_0 : siempre en 0

Tratamiento por pérdida de alimentación auxiliar
Todas las variables, excepto las variables VVx, se guardan durante el corte de la alimentación auxiliar del Sepam. El estado se restablece al volver a ponerse en tensión, y de este modo se pueden conservar los estados generados por los operadores en la memoria de tipo **LATCH**, **SR** o **PULSE**.

Casos particulares
■ es obligatorio que las expresiones que incluyen operadores diferentes **OR, AND, XOR o NOT** se incluyen entre paréntesis:
□ **V1 = VL1 AND I12 OR P27/27S_1_1 //** expresión incorrecta
□ **V1 = (VL1 AND I12) OR P27/27S_1_1 //** expresión correcta
□ **V1 = VL1 OR I12 OR P27/27S_1_1 //** expresión correcta
■ las variables en las entradas/salidas de las protecciones (Pnnn_x_y) no están autorizadas en la función **LATCH**
■ los parámetros de las funciones no pueden ser expresiones:
□ **VL3 = TON ((V1 AND V3), 300) //** expresión incorrecta
□ **VL4 = V1 AND V3**
□ **VL3 = TON (VL4, 300) //** correcto.

Límite de utilización
El número de operador y de funciones **(OR, AND, XOR, NOT, =, TON, TOF, SR, PULSE**) está limitado a 200.

Ejemplos de aplicación

■ **enganche de la información de disparo definitivo del reenganchador**
Por defecto, esta información es por impulsos en la salida del reenganchador. Si las condiciones de utilización así lo requieren, se puede enganchar del siguiente modo:
LATCH (V1) // V1 se puede enganchar
V1 = P79_1_204 // salida "disparo definitivo" del reenganchador.
A continuación V1 puede controlar un indicador o una salida de relé en la matriz.

■ **enganche de un indicador sin enganchar la protección**
En determinadas condiciones de utilización, es necesario enganchar las señalizaciones en la parte frontal del Sepam, pero no la salida de disparo 01.
LATCH (V1, V2) // V1 y V2 se pueden enganchar
V1 = P50/51_1_1 OR P50/51_3_1 // disparo de los ejemplares 1 y 3 de la 50/51
V2 = P50/51_2_1 OR P50/51_4_1 // disparo de los ejemplares 2 y 4 de la 50/51
Es necesario configurar V1 y V2 en la matriz para controlar 2 indicadores de la parte frontal.

■ **disparo del interruptor automático si la entrada I113 está presente más de 300 ms**
V_TRIPCB = TON (I113, 300).

■ **trabajos en tensión (ejemplo 1)**
Si se están realizando trabajos en tensión (lo que se indica mediante la entrada I205), se pretende cambiar el comportamiento del relé de la siguiente forma:
1 – disparo del interruptor automático mediante las salidas instantáneas de las protecciones 50/51
ejemplar 1 o 50N/51N, ejemplar 1 Y si entrada I205 presente:
V_TRIPCB = (P50/51_1_1 OR P50N/51N_1_1) AND I205
2 – Inhibición del reenganchador:
P79_1_113 = I205

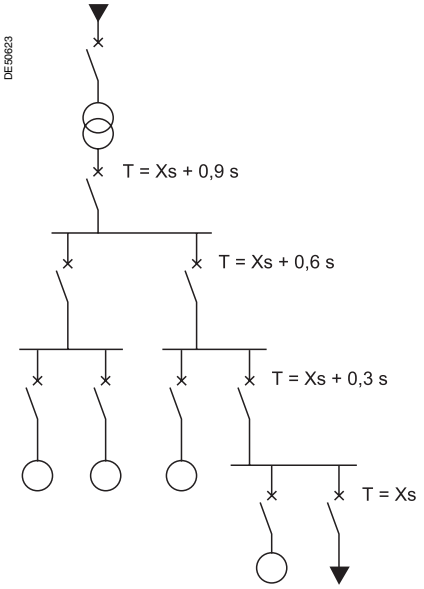
■ **trabajos en tensión (ejemplo 2)**
Se pretende inhibir las funciones de protección 50N/51N y 46 mediante una entrada I204:
P50N/51N_1_113 = I204
P46_1_113 = I204

■ **validación de una protección 50N/51N mediante la entrada lógica I210**
Una protección 50N/51N ajustada con un umbral muy bajo únicamente debe producir el disparo del interruptor automático si se valida mediante una entrada. Esta entrada procede de un relé que mide con precisión la corriente en el punto neutro:
V_TRIPCB = P50N/51N_1_3 AND I210

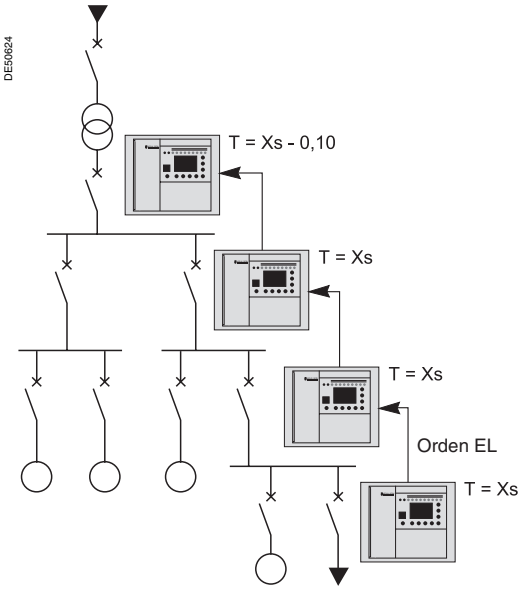
■ **enclavamiento del cierre del interruptor automático si se sobrepasan los umbrales de alarma térmica**
La protección de temperatura 38/49T proporciona 16 bits de alarma. Si se activa uno de los tres primeros bits, se pretende enclavar el cierre del interruptor automático
V_INHIBCLOSE = P38/49T_1_10 OR P38/49T_2_10 OR P38/49T_3_10

■ **telemando de la inhibición de la protección 50/51 ejemplar 1**
VL1=SR(TC63,TC64) // TC63 set la inhibición, TC64 reset la inhibición
P50/51_1_113 = VL1 // VL1 se memoriza en caso de corte de alimentación auxiliar.

Selectividad lógica
Principio



Ejemplo: distribución en antena con utilización de la selectividad cronométrica (T: tiempo de ajuste de la protección. Por extensión para las curvas de tiempo independiente, tiempo de disparo de la protección).
Las protecciones aguas arriba tienen un retardo típico de 0,3 s para dejar tiempo a las protecciones aguas abajo para dispararse. Cuando hay muchos niveles de selectividad, el tiempo de eliminación del fallo en la fuente es importante.
En este ejemplo, si el tiempo de eliminación del fallo para la protección más aguas abajo es de Xs = 0,2 s, el tiempo de eliminación del fallo en la fuente es de T = Xs + 0,9 s = 1,1 s.



Ejemplo: distribución en antena con utilización de la selectividad lógica (T: tiempo de ajuste de la protección. Por extensión para las curvas de tiempo independiente, tiempo de disparo de la protección).
Desde la aparición del fallo, las protecciones que detectan el fallo bloquean las protecciones aguas arriba. La protección más aguas abajo se dispara porque no está bloqueada por otra protección. Los ajustes de las temporizaciones se fijan con respecto al elemento que se va a proteger.
En este ejemplo, si el tiempo de eliminación del fallo para la protección más aguas abajo es de Xs = 0,2 s, el tiempo de eliminación del fallo en la fuente es de T = Xs - 0,1 s = 0,1 s.

Funcionamiento

Esta función permite obtener una reducción considerable del tiempo de disparo de los interruptores automáticos situados más cerca de la fuente y la selectividad lógica en las redes en bucle cerrado.
Se aplica a las protecciones de máxima corriente de fase 50/51, fase direccional 67, tierra 50N/51N y tierra direccional 67N de tiempo independiente o dependiente.

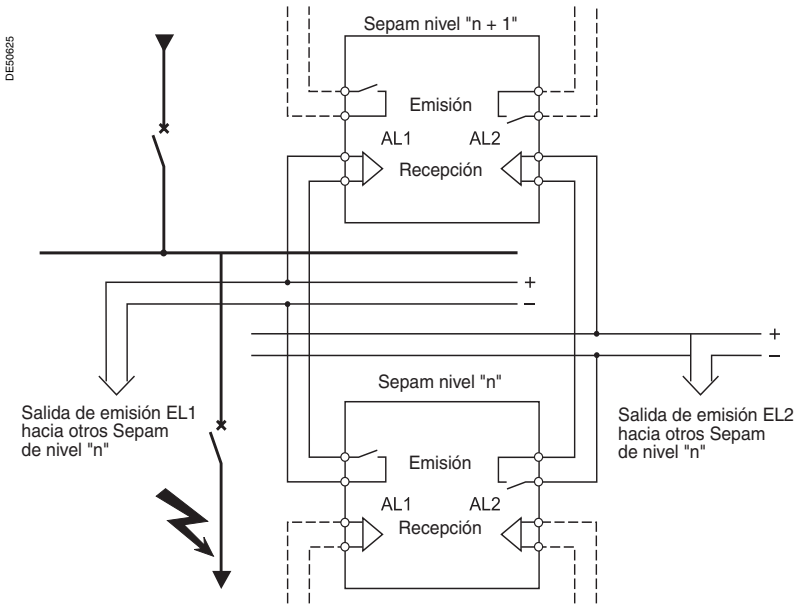
La selectividad lógica del Sepam serie 80 está constituida por 2 subconjuntos que se denominan grupos de selectividad.
Cada grupo está constituido por:
- umbrales lógicos: ejemplares de protección que emiten una orden de espera lógica (EL) y cuyo disparo puede ser inhibido por la recepción de una EL.
- umbrales cronométricos: ejemplares de protección cuyo disparo no puede ser inhibido por una EL y no emiten una orden de EL. Se utilizan como reserva de los umbrales lógicos.

Cuando se produce un fallo:
- los umbrales lógicos solicitados por el fallo emiten una orden de EL
- los umbrales lógicos solicitados por el fallo provocan el disparo si no son inhibidos por una orden de EL
- los umbrales cronométricos (reserva) solicitados por el fallo provocan el disparo.

La distribución de los ejemplares entre los umbrales lógicos y los umbrales cronométricos depende del tipo de aplicación y del parametraje de las entradas/salidas lógicas.
El 1er grupo lógico se activa si se da una de las dos condiciones siguientes:
- la recepción de EL1 se asigna a una entrada lógica Ixxx. excepto para los motores o esta entrada no existe
- la emisión EL1 se asigna a una salida 0xxx. (por defecto 0102).

El 2º grupo lógico se activa cuando está presente en la aplicación, si se da una de las dos condiciones siguientes:
- la recepción EL2 se asigna a una entrada lógica Ixxx
- la emisión EL1 se asigna a una salida 0xxx. (por defecto 0103).

El software SFT 2841 indica la naturaleza de los umbrales, lógicos o cronométricos en función del parametraje que se ha realizado de las entradas/salidas.



La distribución de los ejemplares en los dos grupos de selectividad es fija y no puede modificarse. Durante la utilización de la selectividad lógica, es importante verificar la concordancia entre el origen de la medida y el grupo de selectividad al que hace referencia el ejemplar.
Por defecto, un mismo grupo de selectividad tiene el mismo origen que la medida. Cuando son posibles varios orígenes, las vías principales I1, I2, I3, I0 se asignan por defecto al primer grupo, y las vías adicionales I'1, I'2, I'3, I'0, al segundo.

La emisión de las esperas lógicas dura el tiempo necesario para eliminar el fallo. Si el Sepam da una orden de disparo, se interrumpen tras una temporización que tiene en cuenta el tiempo de funcionamiento del aparato de corte y el tiempo de retorno de la protección. Este sistema garantiza la seguridad en situaciones degradadas (defecto del cableado o de la aparamenta).

Test de los hilos pilotos

El test de los hilos pilotos se puede realizar mediante la función test de los relés de salida del software SFT2841.

Selectividad lógica
Aplicaciones S80, S81, T81

Distribución de los umbrales

Tipo de protección	Nº de ejemplar				
	Cronométricos	Lógicos de emisión		Lógicos de recepción	
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
50/51	3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2	-	1, 2	-
50N/51N	3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2	-	1, 2	-
67N (1)	2	1	-	1	-

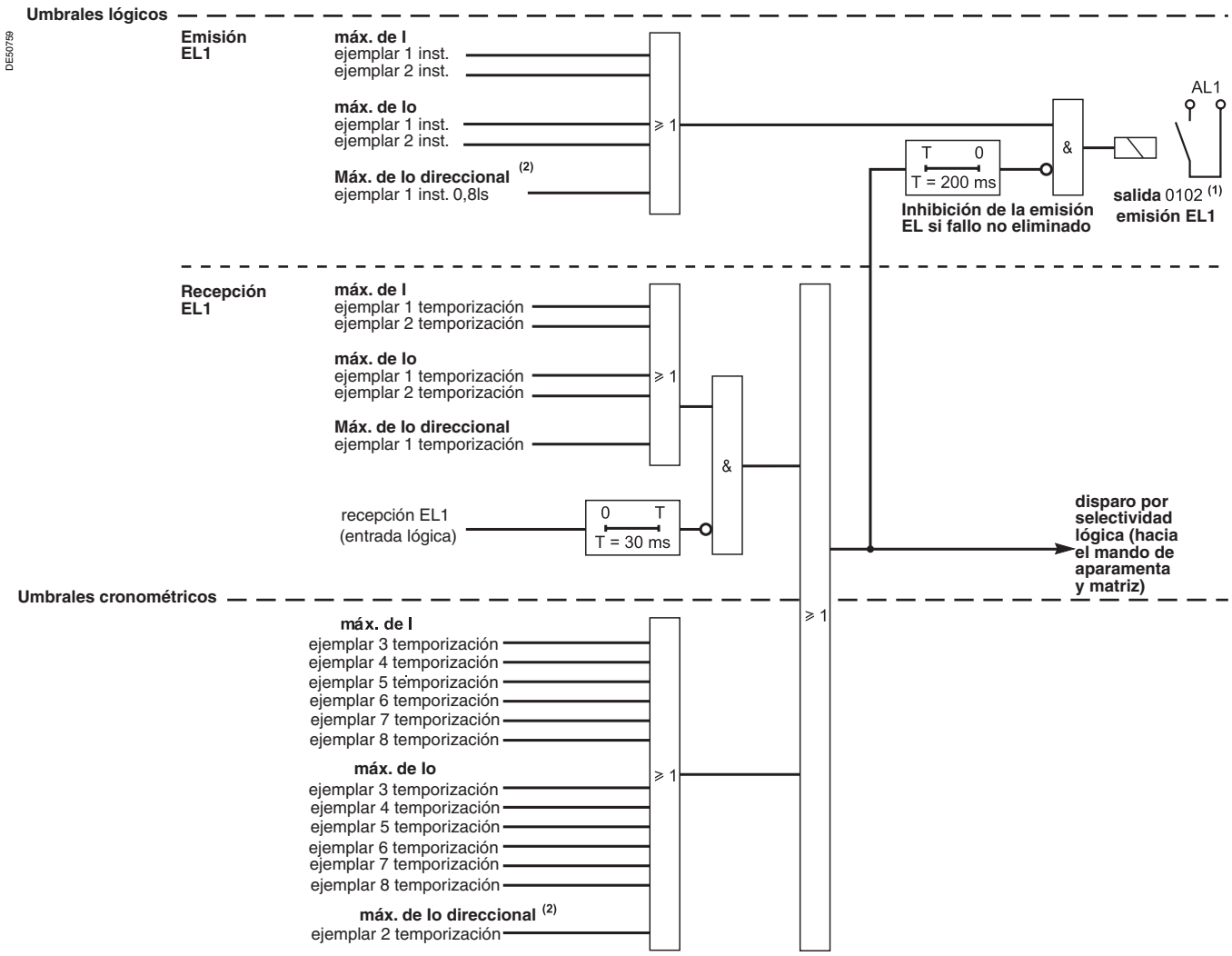
(1) *Según la aplicación.*

Características

Ajustes		
Actividad		
Rango de ajuste	En servicio/fuera de servicio	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Disparo por selectividad lógica		■ (1)
Emisión de espera lógica 1		■

(1) *Únicamente si el mando disyuntor no está en servicio.*

Esquema de principio



(1) *Por defecto.*
(2) *Según la aplicación.*

Selectividad lógica
Aplicaciones M81, M87, M88

Distribución de los umbrales

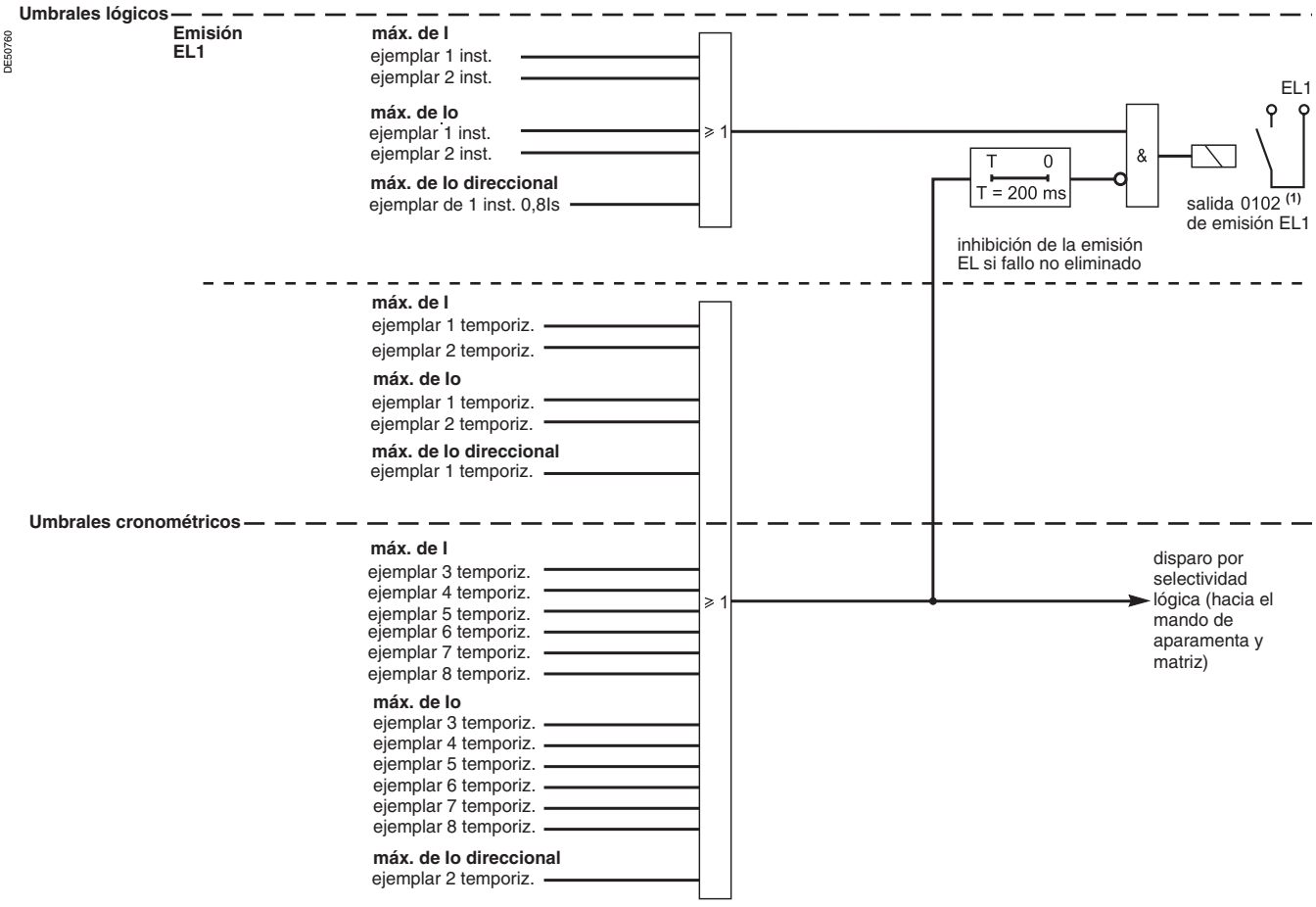
Tipo de protección	Nº de ejemplar				
	Cronométricos	Lógicos de emisión		Lógicos de recepción	
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
50/51	3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2	-	-	-
50N/51N	3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2	-	-	-
67N	2	1	-	-	-

Características

Ajustes		
Actividad		
Rango de ajuste	En servicio/fuera de servicio	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Disparo por selectividad lógica		■ (1)
Emisión de espera lógica 1		■

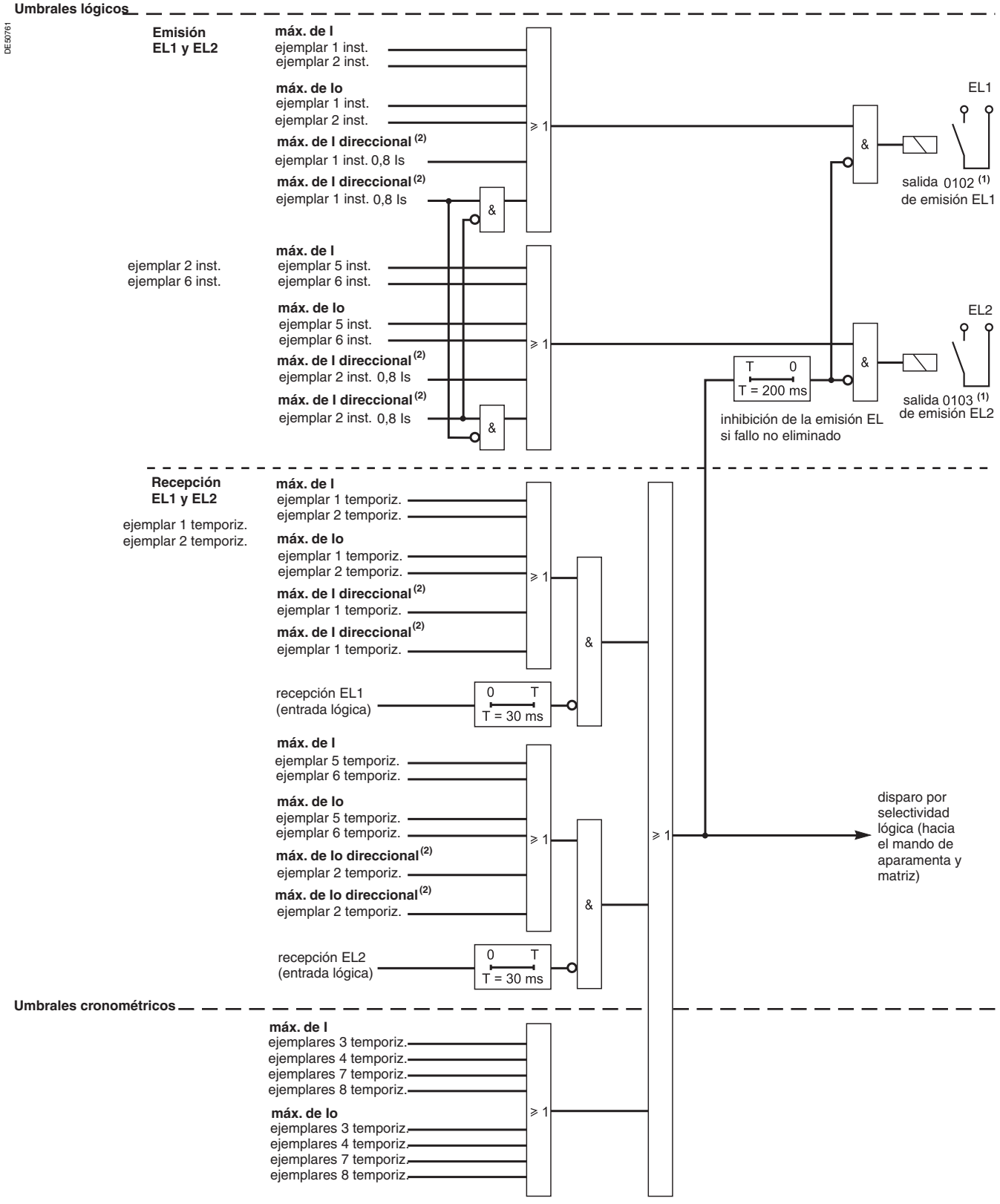
(1) *Únicamente si el mando disyuntor no está en servicio.*

Esquema de principio



Selectividad lógica
Aplicaciones S82, T82, T87, G82, G87, G88

Esquema de principio



(1) *Por defecto.*
(2) *Según la aplicación.*

Selectividad lógica
Aplicaciones S82, T82, T87, G82, G87, G88

Distribución de los umbrales

Tipo de protección	Nº de ejemplar				
	Cronométricos	Lógicos de emisión		Lógicos de recepción	
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 1	Grupo 2
50/51	3, 4, 7, 8	1, 2	5, 6	1, 2	5, 6
50N/51N	3, 4, 7, 8	1, 2	5, 6	1, 2	5, 6
67 (1)	-	1	2	1	2
67N (1)	-	1	2	1	2

(1) *Según la aplicación.*

Características

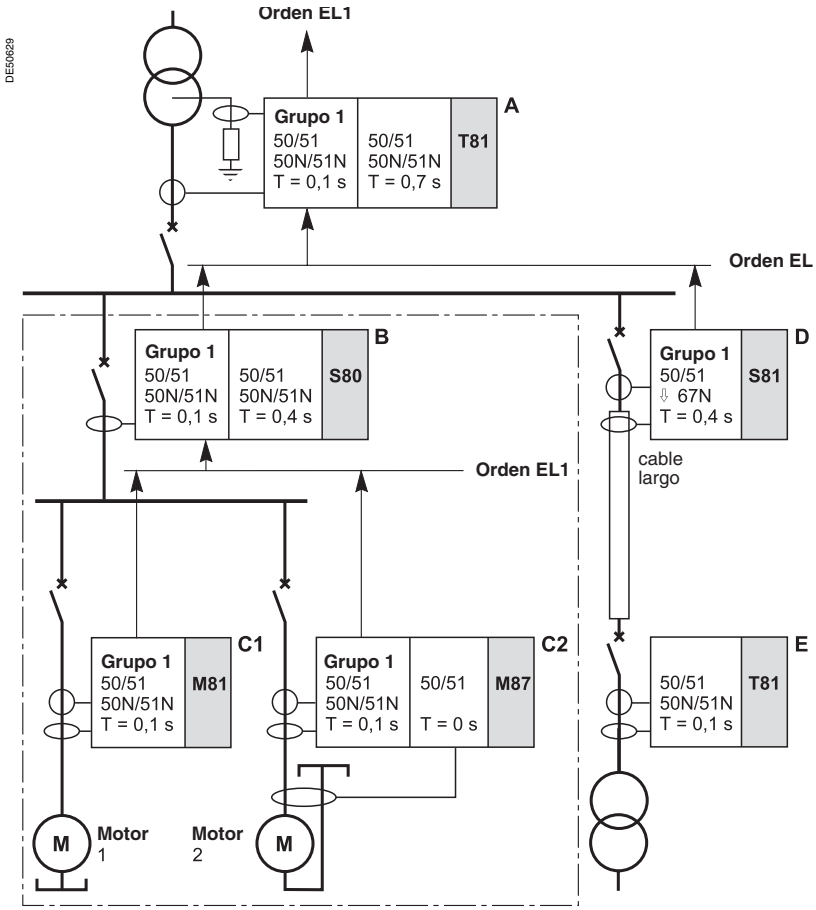
Ajustes		
Actividad		
Rango de ajuste	En servicio/fuera de servicio	
Salidas		
Rótulo	**Sintaxis del editor de ecuaciones**	**Matriz**
Disparo por selectividad lógica		■ (1)
Emisión de espera lógica 1		■
Emisión de espera lógica 2		■

(1) *Únicamente si el mando disyuntor no está en servicio.*

Selectividad lógica
Ejemplo de ajuste: red en antena

Cuando tiene lugar un fallo en una red en antena, la intensidad de defecto recorre el circuito entre la fuente y el punto de fallo:
- las protecciones aguas arriba del fallo se solicitan
- las protecciones aguas abajo del fallo no se solicitan
- sólo la primera protección aguas arriba del fallo debe actuar.

Ejemplo de ajuste
Una instalación de 20 kV, alimentada por un transformador está constituida por un juego de barras principal, al que se conecta una salida hacia una subestación del motor y una salida lejana del transformador MT/BT. La puesta a tierra de la instalación se realiza a través de una resistencia en el punto neutro del transformador de llegada, por lo que se limita la corriente a 10 amperios.



Subestación de motor

⇧ : *sentido de detección de las protecciones direccionales*

: *sentido de circulación de las órdenes de espera lógica*

Selectividad lógica
Ejemplo de ajuste: red en antena

Tras el estudio de selectividad, los ajustes de los relés de la instalación son:
■ llegada: Sepam T81 (relé A)
□ umbrales contra los fallos del juego de barras 50/51, 50N/51N: T = 0,1 s (DT)
Selectividad lógica del grupo 1:
- bloqueados por relés B y D
- emisión EL1 hacia el relé de alta tensión

□ umbrales de reserva
50/51, 50N/51N: T = 0,7 s (DT)
Umbrales cronométricos
■ salida hacia la subestación del motor: Sepam S80 (relé B)
□ umbrales contra los fallos del juego de barras
50/51, 50N/51N: T = 0,1 s (DT),
Selectividad lógica del grupo 1:
- bloqueados por relés C1 y C2
- emisión EL1 hacia relé A

□ umbrales de reserva
50/51, 50N/51N: T = 0,4 s (DT)
Umbrales cronométricos
■ **salidas de motores:**
■ motor 1: Sepam M81 (relé C1)
□ umbrales contra los fallos del motor
50/51, 50N/51N: T = 0,1 s (DT),
Selectividad lógica del grupo 1:
- emisión EL1 hacia relé B

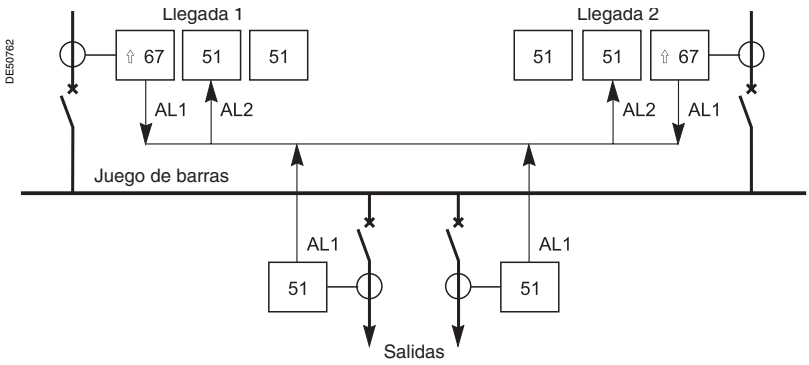
■ motor 2: Sepam M87 (relé C2)
□ umbrales contra los fallos del motor
- 50/51, 50N/51N: T = 0,1 s (DT)
  Selectividad lógica del grupo 1: emisión EL1 hacia relé B
  Origen de la medida: I1, I2, I3
- 50/51 en diferencial: T = 0 s (DT)
  Umbral cronométrico
  Origen de la medida: I'1, I'2, I'3

■ salida de transformador
□ umbrales contra los fallos del cable
50/51, 67N: T = 0,4 s (DT),
Selectividad lógica del grupo 1
- estos umbrales están ajustados cronométricamente con respecto al relé E
- emisión EL1 hacia relé A.

Los parametrajes de las entradas y de las salidas lógicas de todos los relés correspondientes son:
■ la recepción EL1 en I103
■ la emisión EL1 en 0102

Selectividad lógica
Ejemplo de ajuste: llegadas en paralelo

La protección de las subestaciones alimentadas mediante 2 (o más) llegadas en paralelo puede realizarse utilizando Sepam S82, T82, G82, mediante la combinación de funciones de protección direccional de fase (67) y de tierra (67N) con la función de selectividad lógica.



⇧ *: sentido de detección de las protecciones direccionales*

▲ *: sentido de circulación de las órdenes de espera lógica*

Para evitar el disparo de las 2 llegadas cuando se produce un fallo aguas arriba de una llegada, es necesario que las protecciones de llegadas funcionen del siguiente modo:

■ la protección 67 de la llegada defectuosa detecta la corriente de defecto en la dirección de "línea", dirección de disparo de la protección:

□ envía una orden de espera lógica para bloquear las protecciones máximas de corriente de fase (50/51) de las 2 llegadas

□ a continuación provoca el disparo del interruptor automático de la llegada

■ la protección 67 de la llegada normal es insensible a una corriente de defecto en la dirección de "barras".

Ejemplo de ajuste

■ asignación de las entradas/salidas lógicas:

□ I104: recepción de espera lógica EL2 - **No asignar ninguna entrada a EL1**

□ O102: emisión de espera lógica EL1

■ protección 67 ejemplar 1: dirección de disparo = línea

□ salida instantánea: emisión de orden de espera lógica EL1

□ salida temporizada: no bloqueada (ninguna entrada asignada a EL1) disparo del interruptor automático por defecto aguas arriba de la llegada

■ protección 50/51, ejemplar 5:

□ salida temporizada:

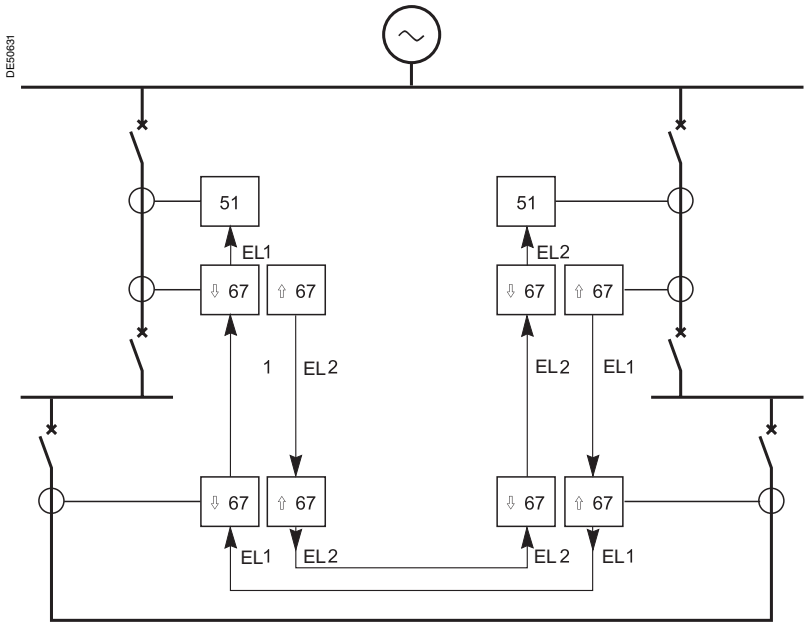
- bloqueada por 67 ejemplares 1 si existe algún fallo aguas arriba de la llegada
- no bloqueada para un fallo de juego de barras
- bloqueada para un fallo en las salidas

■ protección 50/51, ejemplar 3 de reserva.

Selectividad lógica
Ejemplo de ajuste: red en bucle cerrado

La protección de las redes en bucle cerrado se realiza con Sepam S82 o T82, que cuentan con las siguientes funciones:

- ■ funciones de protección direccionales de fase (67) y de tierra (67N) en 2 ejemplares:
  - □ un ejemplar para detectar los defectos que sucedan en la dirección de "línea"
  - □ un ejemplar para detectar los defectos que sucedan en la dirección de "barras"
- ■ utilización de los 2 grupos de selectividad:
  - □ emisión de 2 órdenes de espera lógica, en función de la dirección del defecto detectado
  - □ recepción de 2 órdenes de espera lógica, para bloquear las protecciones direccionales según el sentido de detección.



⇧, ⇩ : *sentido de detección de las protecciones direccionales*

▲ : *sentido de circulación de las órdenes de espera lógica*

La combinación de funciones de protección direccional y de la función de selectividad lógica permite aislar los tramos con fallos con un retardo mínimo mediante el disparo de los interruptores automáticos a ambos lados del fallo.

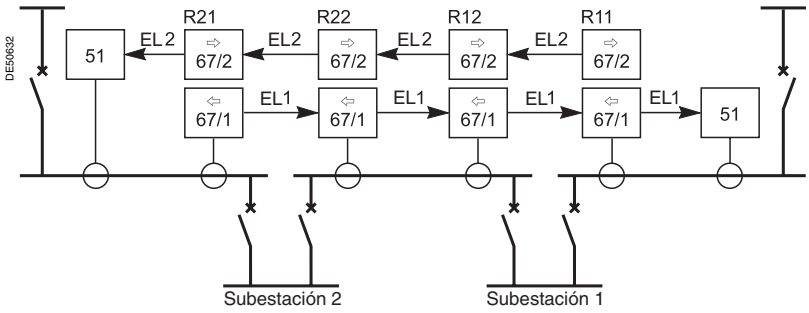
Las órdenes de espera lógica se elaboran a la vez mediante las protecciones 67 y 67N.
Se da prioridad a la protección 67: cuando las protecciones 67 y 67N detectan simultáneamente defectos en sentido contrario, la orden de espera lógica emitida se determina mediante la dirección del defecto detectado por la protección 67.

Se utiliza la salida instantánea de las protecciones 67, 67N activadas al 80% del umbral Is para enviar las órdenes de espera lógica. Esto evita incertidumbres cuando la intensidad del defecto se encuentra próxima al umbral Is.

Selectividad lógica
Ejemplo de ajuste: red en bucle cerrado

Ejemplo de ajuste:

Caso de un bucle con dos subestaciones que incluyan cada una dos Sepam S82, referenciados R11, R12 y R21, R22.



⇨, ⇦ : *sentido de detección de las protecciones direccionales*

: *sentido de circulación de las órdenes de espera lógica*

Partiendo de un extremo del bucle, es necesario alternar el sentido de detección de los ejemplares 1 y 2 de las protecciones direccionales entre línea y barras.

Ejemplo de ajuste de los diferentes Sepam relacionados con la selectividad lógica:

Subestación 1	
Sepam S82 n° R11	**Sepam S82 n° R12**
■ Asignaciones de entradas/salidas TON: I103: recepción de espera lógica EL1 O102: emisión de espera lógica EL1 O103: emisión de espera lógica EL2	■ Asignaciones de entradas/salidas TON: I103: recepción de espera lógica EL1 I104: recepción de espera lógica EL2 O102: emisión de espera lógica EL1 O103: emisión de espera lógica EL2
■ 67, 67N, ejemplar 1: dirección de disparo = barras ■ 67, 67N, ejemplar 2: dirección de disparo = línea	■ 67, 67N, ejemplar 1: dirección de disparo = línea ■ 67, 67N, ejemplar 2: dirección de disparo = barras
Subestación 2	
Sepam S82 n° R22	**Sepam S82 n° R21**
■ Asignaciones de entradas/salidas TON: I103: recepción de espera lógica EL1 I104: recepción de espera lógica EL2 O102: emisión de espera lógica EL1 O103: emisión de espera lógica EL2	■ Asignaciones de entradas/salidas TON: I103: recepción de espera lógica EL1 O102: emisión de espera lógica EL1 O103: emisión de espera lógica EL2
■ 67, 67N, ejemplar 1: dirección de disparo = barras ■ 67, 67N, ejemplar 2: dirección de disparo = línea	■ 67, 67N, ejemplar 1: dirección de disparo = línea ■ 67, 67N, ejemplar 2: dirección de disparo = barras

delegaciones:

ANDALUCIA
Avda. de la Innovación, s/n
Edificio Arena 2, planta 2.ª
41020 SEVILLA
Tel.: 95 499 92 10
Fax: 95 425 45 20
E-mail: del_sev@schneiderelectric.es

ARAGON
Polígono Argualas, nave 34
50012 ZARAGOZA
Tel.: 976 35 76 61
Fax: 976 56 77 02
E-mail: del_zar@schneiderelectric.es

CANARIAS
Ctra. del Cardón, 95-97, locales 2 y 3
Edificio Jardines de Galicia
35010 LAS PALMAS DE G.C.
Tel.: 928 47 26 80
Fax: 928 47 26 91
E-mail: Del_Can@schneiderelectric.es

CASTILLA-RIOJA
Pol. Ind. Gamonal Villimar
C/ 30 de Enero de 1964, s/n, 2.ª planta
09007 BURGOS
Tel.: 947 47 44 25
Fax: 947 47 09 72
E-mail: del_bur@schneiderelectric.es

CENTRO
Ctra. de Andalucía, km 13
Polígono Industrial "Los Angeles"
28906 GETAFE (Madrid)
Tel.: 91 624 55 00
Fax: 91 682 40 48
E-mail: del_mad@schneiderelectric.es

CENTRO-NORTE
Pso. Arco Ladrillo, 64
"Centro Madrid", portal 1, planta 2.ª, oficinas 17 y 18
47008 VALLADOLID
Tel.: 983 45 60 00
Fax: 983 47 90 05 - 983 47 89 13
E-mail: del_vall@schneiderelectric.es

EXTREMADURA
Avda. Luis Movilla, 2, local B
06011 BADAJOZ
Tel.: 924 22 45 13
Fax: 924 22 47 98

LEVANTE
Carrera de Malilla, 83 A
46026 VALENCIA
Tel.: 96 335 51 30
Fax: 96 374 79 98
E-mail: del_val@schneiderelectric.es

NORDESTE
Sicilia, 91-97, 6.°
08013 BARCELONA
Tel.: 93 484 31 01
Fax: 93 484 31 57
E-mail: del_bcn@schneiderelectric.es

NOROESTE
Polígono Pocomaco, Parcela D, 33 A
15190 A CORUÑA
Tel.: 981 17 52 20
Fax: 981 28 02 42
E-mail: del_cor@schneiderelectric.es

NORTE
Estartetxe, 5, planta 4.ª
48940 LEIOA (Vizcaya)
Tel.: 94 480 46 85
Fax: 94 480 29 90
E-mail: del_bil@schneiderelectric.es

subdelegaciones:

ALAVA
Portal de Gamarra, 1
Edificio Deba, oficina 210
01013 VITORIA-GASTEIZ
Tel.: 945 123 758
Fax: 945 257 039

ALBACETE
Paseo de la Cuba, 21, 1.° A
02005 ALBACETE
Tel.: 967 24 05 95
Fax: 967 24 06 49

ALICANTE
Martin Luther King, 2
Portería 16/1, entreplanta B
03010 ALICANTE
Tel.: 96 591 05 09
Fax: 96 525 46 53

ALMERIA
Calle Lentisco s/n, Edif. Celulosa III
Oficina 6, local n.º 1
Polígono Industrial "La Celulosa"
04007 ALMERIA
Tel.: 950 15 18 56
Fax: 950 15 18 52

ASTURIAS
Parque Tecnológico de Asturias
Edif. Centroelena, parcela 46, oficina 1.° F
33428 LLANERA (Asturias)
Tel.: 98 526 90 30
Fax: 98 526 75 23
E-mail: del_ovi@schneiderelectric.es

BALEARES
Eusebio Estada, 86, bajos
07004 PALMA DE MALLORCA
Tel.: 971 49 61 18
Fax: 971 75 77 64

CACERES
Avda. de Alemania
Edificio Descubrimiento, local TL 2
10001 CACERES
Tel.: 927 21 33 13
Fax: 927 21 33 13

CADIZ
San Cayetano, s/n
Edif. San Cayetano, 1.°, 17
11402 JEREZ DE LA FRONTERA (Cádiz)
Tel.: 956 34 33 66 - 956 34 34 00
Fax: 956 34 34 00

CASTELLON
República Argentina, 12, bajo
12006 CASTELLON
Tel.: 964 24 30 15
Fax: 964 24 26 17

CORDOBA
Arfe, 16, bajos
14011 CORDOBA
Tel.: 957 23 20 56
Fax: 957 45 67 57

GALICIA SUR
Ctra. Vella de Madrid, 33, bajos
36214 VIGO
Tel.: 986 27 10 17
Fax: 986 27 70 64
E-mail: del_vig@schneiderelectric.es

GIRONA
Pl. Josep Pla, 4, 1.°, 1.ª
17001 GIRONA
Tel.: 972 22 70 65
Fax: 972 22 69 15

GUADALAJARA-CUENCA
Ctra. de Andalucía, km 13
Polígono Industrial "Los Angeles"
28906 GETAFE (Madrid)
Tel.: 91 624 55 00
Fax: 91 624 55 42

GUIPUZCOA
Parque Empresarial Zuatzu
Edificio Urumea, planta baja, local n.º 5
20018 DONOSTIA - SAN SEBASTIAN
Tel.: 943 31 39 90
Fax: 943 21 78 19
E-mail: del_don@schneiderelectric.es

LEON
Moisés de León, bloque 43, bajo
24006 LEON
Tel.: 987 21 88 61
Fax: 987 21 88 49
E-mail: del_leo@schneiderelectric.es

LLEIDA
Prat de la Riba, 18
25004 LLEIDA
Tel.: 973 22 14 72
Fax: 973 23 50 46

MALAGA
Polígono Industrial Santa Bárbara
Calle Tucídides
Edificio Siglo XXI, locales 9-10
29004 MALAGA
Tel.: 95 217 22 23
Fax: 95 224 38 95

MURCIA
Senda de Enmedio, 12, bajos
30009 MURCIA
Tel.: 968 28 14 61
Fax: 968 28 14 80

NAVARRA
Polígono Ind. de Burlada, Iturrondo, 6
31600 BURLADA (Navarra)
Tel.: 948 29 96 20
Fax: 948 29 96 25

RIOJA
Avda. Pío XII, 14, 11.° F
26003 LOGROÑO
Tel.: 941 25 70 19
Fax: 941 27 09 38

SANTANDER
Avda. de los Castros, 139 D, 2.° D
39005 SANTANDER
Tel.: 942 32 10 38 - 942 32 10 68
Fax: 942 32 11 82

TARRAGONA
Calle del Molar, bloque C, nave C-5, planta 1.ª
(esq. Antoni Rubió i Lluch)
Polígono Industrial Agro-Reus
43206 REUS (Tarragona)
Tel.: 977 32 84 98
Fax: 977 33 26 75

TENERIFE
Custodios, 6, 2.°, El Cardonal
38108 LA LAGUNA (Tenerife)
Tel.: 922 62 50 50
Fax: 922 62 50 60

En razón de la evolución de las normativas y del material, las características indicadas por el texto y las imágenes de este documento no nos comprometen hasta después de una confirmación por parte de nuestros servicios.

Schneider Electric España, S.A.

Pl. Dr. Letamendi, 5-7
08007 BARCELONA
Tel.: 93 484 31 00
Fax: 93 484 33 07
http://www.schneiderelectric.es

miembro de:

voltimum
El Portal de la Instalación Eléctrica

080057 C04